

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**MINERALNI SASTAV RIGE U OVISNOSTI O
HIDROPONSKOM NAČINU UZGOJA**

DIPLOMSKI RAD

Tea Anić

Zagreb, prosinac, 2017.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:
Agroekologija - usmjerenje Agroekologija

**MINERALNI SASTAV RIGE U OVISNOSTI O
HIDROPONSKOM NAČINU UZGOJA**

DIPLOMSKI RAD

Tea Anić

Mentor: prof. dr. sc. Lepomir Čoga

Zagreb, prosinac, 2017.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Tea Anić**, JMBAG 0178085403, rođena 24.07.1991. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

MINERALNI SASTAV RIGE U OVISNOSTI O HIDROPONSKOM NAČINU UZGOJA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Tee Anić**, JMBAG 0178085403, naslova

MINERALNI SASTAV RIGE U OVISNOSTI O HIDROPONSKOM NAČINU UZGOJA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. prof. dr. sc. Lepomir Čoga mentor

2. izv. prof. dr. sc. Nina Toth član

3. doc. dr. sc. Sanja Fabek Uher član

Sadržaj

| | | |
|----------|---|----|
| 1. | Uvod..... | 1 |
| 2. | Pregled literature | 2 |
| 2.1. | Riga | 2 |
| 2.1.1. | Porijeklo i raširenost..... | 2 |
| 2.1.2. | Morfološka i biološka svojstva | 2 |
| 2.1.3. | Uzgoj i prinos | 4 |
| 2.1.4. | Zdravstvena i nutritivna vrijednost..... | 5 |
| 2.2. | Hidroponi | 6 |
| 2.2.1. | Povijesni razvoj hidropona..... | 6 |
| 2.2.2. | Hidroponski sustavi | 7 |
| 2.2.2.1. | Plutajući sustav kontejnera („Floating Hydroponics”)..... | 8 |
| 2.2.2.2. | Sustav pritjecanja i otjecanja ili plime i oseke („Ebb and Flow“) | 8 |
| 2.2.3. | Prednosti i nedostaci hidroponskog uzgoja | 9 |
| 2.3. | Konvencionalna (intenzivna) poljoprivredna proizvodnja..... | 10 |
| 2.4. | Usporedba hidroponskog uzgoja i uzgoja na tlu | 10 |
| 2.5. | Priprema hranjive otopine..... | 11 |
| 3. | Materijali i metode..... | 13 |
| 3.1. | Postavljanje i provedba pokusa | 13 |
| 3.2. | Kemijska analiza biljnog materijala | 16 |
| 4. | Rezultati i rasprava | 18 |
| 4.1. | Abiotski čimbenici tijekom proizvodnog ciklusa..... | 18 |
| 4.1.1. | Temperatura | 18 |
| 4.1.2. | Oborine | 19 |
| 4.1.3. | Relativna vlažnost zraka | 20 |
| 4.1.4. | pH, EC i količina kisika | 20 |
| 4.2. | Prinos rige..... | 21 |
| 4.3. | Suha tvar | 22 |
| 4.4. | Količina dušika | 23 |
| 4.5. | Količina fosfora | 24 |
| 4.6. | Količina kalija | 25 |
| 4.7. | Količina kalcija | 26 |
| 4.8. | Količina magnezija..... | 27 |
| 4.9. | Količina željeza..... | 28 |
| 4.10. | Količina cinka..... | 29 |
| 4.11. | Količina mangana | 30 |
| 4.12. | Količina bakra | 30 |
| 5. | Zaključak..... | 32 |
| 6. | Popis literature | 33 |

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Tee Anić**, naslova

MINERALNI SASTAV RIGE U OVISNOSTI O HIDROPONSKOM NAČINU UZGOJA

Riga je jednogodišnja ili dvogodišnja zeljasta biljka iz porodice krstašica (*Brassicaceae*) skromnih zahtjeva prema uvjetima sredine. Brzorastuća je biljka kratkog uzgojnog ciklusa, porijeklom iz Mediterana. Intenzivna povrćarska proizvodnja u zaštićenim prostorima moguća je tijekom cijele godine, a primjena inertnih supstrata omogućava bolju kontrolu količine i vrste hranjivih tvari u hranjivim otopinama, naročito u zatvorenim sustavima.

Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi mineralni sastav rige u ovisnosti o hidroponskom načinu uzgoja. Istraživanje je provedeno tijekom proljeća 2016. godine, od početka travnja do kraja svibnja na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Riga je uzgajana u dva tipa zatvorenih hidroponskih sustava: plutajući hidropon i hidropon plime i oseke koji su bili postavljeni u negrijanom zaštićenom prostoru, te konvencionalno na vrtnom tlu na otvorenom. Utvrđen je statistički opravdan utjecaj načina uzgoja na količinu makro i mikroelemenata (dušik, fosfor, kalij, kalcij, magnezij, željezo, cink, mangan i bakar), te na suhu tvar i prinos. Na temelju ostvarenih rezultata utvrđeno je da se uzgojem rige u plutajućem hidroponu ostvaruje veći prinos, dok je najveća količina suhe tvari ostvarena uzgojem u hidroponu plime i oseke.

Ključne riječi: *Eruca sativa* Miller, proljetni rok uzgoja, plutajući hidropon, hidropon plime i oseke

Summary

Of the master's thesis - student **Tea Anić**, entitled

Mineral content of rocket depending on hydroponic system

Garden rocket is an annual or biennial herbaceous plant from the family Brassicas (*Brassicaceae*) that has minimal requirements in terms of environment. It is a fast growing plant with a short term period of growing cycle, and it originates from Mediterranean. It is possible to do the intensive vegetable growing in protected areas during all seasons, and using biological substrates enable better control of quantity and quality of the nutrients in nutrient solutions.

The aim of this master's thesis is to determine mineral content of garden rocket, and how is it affected by hydroponics growing. The research was conducted on the experiment station owned by Department of vegetable growing, Faculty of Agriculture in Zagreb, from the beginning of April until the end of May, during the spring of 2016. For the research purposes, garden rocket was cultivated in two types of closed hydroponics growing systems – Floating hydroponic garden and Hydroponics ebb and flow low tide garden. Both systems were situated in non-heated protected areas. The units grown there were compared to the units that were simultaneously cultivated by conventional methods – in plain external garden. This research has statistically proven the benefits of hydroponics growing on the amount of macro and microelements (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, manganese and copper), amount of dry matter and the number of output units. Based on the outcome results it is determined that the growing of garden rocket in floating hydroponic garden achieves the large number of output units, and that growing of garden rocket in hydroponics ebb and flow low tide garden results in greatest amount of dry matter.

Key words: *Eruca sativa* Miller, spring growing season, floating hydroponic, ebb and flow

1. Uvod

Posljednjih nekoliko desetljeća širi se i raste proizvodnja mladih lisnatih salata, opranih, pakiranih i spremnih za konzumiranje. Upotreba mladih listova salate (*Lactuca sativa* L.), rige (*Eruca sativa* Miller.), matovilca (*Valerianella locusta* L.), radiča (*Cichorium intibus* L.), endivije (*Cichorium endivia* L.), prkosa (*Portulaca oleracea* L.), dugih 5 – 8 cm u širokoj potrošnji brža je i jednostavnija od upotrebe cijele glavice ili lisne rozete (Geršak i sur., 2012).

Intenzivna povrćarska proizvodnja u zaštićenim prostorima moguća je tijekom cijele godine na supstratima na kojima je proizvodnja uspješnija nego u tlu. Inertni supstrati omogućavaju bolju kontrolu količine i vrste hranjivih tvari u vodenim otopinama, naročito u zatvorenim sustavima kao što su bazeni (Đurovka i sur., 2006). Plutajući hidropon preporučuje se za uzgoj mladog lisnatog povrća. Vrijeme uzgoja od sjetve do berbe kraće je nego u tlu, povrće je čisto, zaštita kemijskim sredstvima je minimalna, a utrošak ljudske radne snage manji (Cros i sur., 2007).

Riga je porijeklom iz Mediterana, uspješno se uzgaja u hidroponu, u našim krajevima naročito u proljetnom razdoblju (Toth i sur., 2009). Bogata je vitaminima A, C, K i mineralima, te je odličan izvor β -karotena i pantotenske kiseline (Geršak i sur., 2012). U drevnom Rimu i Egiptu njenim sjemenkama i lišću pripisivana su afrodizijačka svojstva. Riga je povrće budućnosti jer je: prilagodljiva, brzorastuća, daje nekoliko uzgojnih ciklusa, isplativa i zdrava, te postiže solidnu tržišnu cijenu (www.agroklub.com).

Hidroponski uzgoj je postao medijski popularan 1920. kada je dr. William F. Gericke sa Sveučilišta u Kaliforniji, postavio laboratorijske eksperimente iz područja ishrane bilja na komercijalnu razinu (Jug, 2016).

1.1. Cilj istraživanja

U ovom istraživanju riga se uzgajala u dva tipa hidroponskih sustava: plutajući hidropon i hidropon plime i oseke, te na tlu. Pokus je proveden u proljetnom roku uzgoja na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Cilj rada bio je utvrditi razlike u mineralnom sastavu rige uzgojene u dva različita tipa hidroponskih sustava u odnosu na konvencionalan način uzgoja u tlu.

2. Pregled literature

2.1. Riga

2.1.1. Porijeklo i raširenost

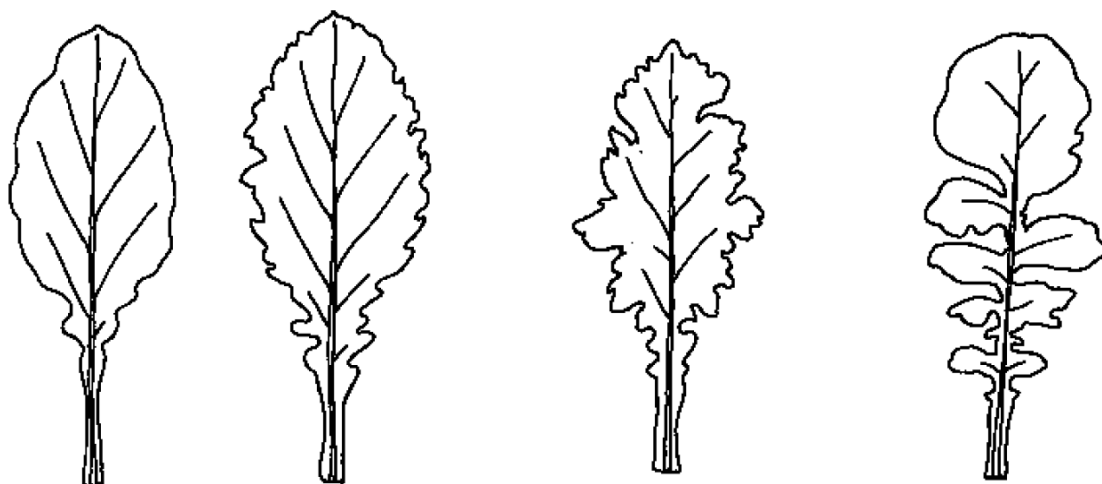
Riga potječe iz Mediterana i zapadne Azije, gdje je i sada samonikla na pojedinim lokalitetima. Uzgajali su je i upotrebljavali još stari Rimljani, a i sada se najviše uzgaja u Italiji i ostalim mediteranskim zemljama (Lešić i sur., 2004). Uzgaja se u kućnim vrtovima u priobalnom području, gdje dolazi pod različitim imenima: riga, rokula, rikula, rigola (Grlić, 1986). U Sjevernu su je Ameriku donijeli doseljenici iz Italije, a posebno je popularna bila u Engleskoj u vrijeme kraljice Elizabete (Biggs i sur., 2005).

Premda postoji još iz vremena starog Rima, kod nas, pa čak i u svijetu ova biljka je postala cijenjena tek u zadnjih petnaestak godina (www.gusto.ba). Riga je sve popularnije lisnato povrće u Hrvatskoj, iako je prije nekoliko godina u kontinentalnom dijelu mnogima bila nepoznata (www.agroklub.com).

Kultivirana riga raste u vrtovima i kao korovska biljka u poljima, na napuštenim područjima i uz ceste. Divlja riga je prisutna na neobrađenim i obrađenim površinama, na pjeskovitim i karbonatnim tlima, uz ceste, na napuštenim područjima i pukotinama stijena (Cavauiolo i Ferrante, 2014).

2.1.2. Morfološka i biološka svojstva

Riga je jednogodišnja ili dvogodišnja zeljasta biljka iz porodice krstašica (*Brassicaceae*) skromnih zahtjeva prema uvjetima sredine. Brzorastuća je biljka kratkog uzgojnog ciklusa. Uzgaja se zbog lišća oštrog pikantnog okusa i bogatog vitaminima. Na skraćenoj stabljici u vegetativnoj fazi razvija rozetu lišća. Listovi su na kratkim peteljka, lirasti, više ili manje nazubljeni ili urezani (slika 2.1.2.1.), a katkad slični rotkvici. Mogu biti do 20 cm dugi i 6 cm široki, s jače izraženom srednjom žilom (Lešić i sur., 2004).



Slika 2.1.2.1. Različita morfologija listova rige

Izvor: Bianco i Pimpini, 2002.

Pri višim temperaturama i dugom danu riga formira granatu cvjetnu stabljiku, koja na vrhovima nosi grozdaste cvatove. Cvjetovi su karakteristični za porodicu *Brassicaceae*, sastoje se od 4 latice, bijele ili svijetložute boje s ljubičastim žilicama na laticama (slika 2.1.2.2.). Plod je komuška sa sitnim okruglim sjemenom apsolutne težine oko 2 g (Lešić i sur., 2004).



Slika 2.1.2.2. Cvijet rige

Izvor: N. Gajnik i D. Zdolec, 2013.

Riga je uspravna biljka koja naraste do visine od 1 m i ima dlakave stabljike. Kultivirane biljke koje pripadaju u drugu podskupinu, veće su od divljih i imaju blijede cvjetove (Biggs i sur., 2005).

Minimalna temperatura za klijanje je 10 °C pri kojoj do nicanja dolazi nakon 6 do 8 dana. Klijanje sjemena pri temperaturi od 25 °C nastupa nakon 24 sata u ljetnom periodu, a pri temperaturi od 10 do 15 °C klijanje se produžuje za 2 do 3 dana. Klijavost sjemena rige iznosi oko 85 %, a smanjuje se za 15 do 20 % pri kasnijem roku sjetve (Padulosi i Pignone, 1997).

Prema navodima Padulosi (1995) namakanje sjemena u vodi tijekom 6 sati doprinosi visokoj klijavosti sjemena. Optimalne temperature za rast i razvoj rige su od 22 do 24 °C tijekom dana i od 16 do 18 °C tijekom noći (Toth i sur., 2012). Temperature iznad 25 °C danju i 18 °C noću te dugi dani u trajanju od 14 sati utječu na prorastanje rige i prelazak u generativnu fazu (Padulosi, 1995; Toth i sur., 2012). Također, Padulosi (1995) navodi pozitivan učinak dnevnih temperatura od 20 °C, kao i noćnih temperatura od 13 °C na formiranje lisne mase rige.

2.1.3. Uzgoj i prinos

Riga uspijeva gotovo na svakom tlu (Lešić i sur., 2004). Ipak najbolje uspijeva na bogatom tlu koje zadržava vlagu, na djelomično zasjenjenom staništu. Ova biljka najbolje uspijeva na lakim pjeskovitim i srednje teškim tlima pH neutralne ili alkalne reakcije. Obrada tla za rigu je slična kao i za drugo lisnato povrće. Osnovna obrada izvodi se na dubinu 20 cm, uz kvalitetnu površinsku pripremu jer se riga najčešće uzgaja izravnom sjetvom, a sjeme je veoma sitno (masa 1 000 sjemenki je oko 15 g), (Lešić i sur., 2004). Prosječan prinos rige je 15 t/ha, kao što je prikazano u tablici 2.1.3.1.

Tablica 2.1.3.1. Ukupna potreba rige za hranjivima i prosječni prinos

| Kultura | prosječni prinos t/ha | N | P | K | Mg |
|---------|--------------------------|----|----|----|----|
| | | kg | | | |
| Riga | 15 | 70 | 20 | 90 | 20 |

Izvor: Metode i dijagnostika u ishrani bilja, L. Čoga, 2013.

Riga je kultura skromnih zahtjeva za toplinom, otporna je na mrazeve i dobro podnosi sušu. Riga se može sijati od veljače do rujna u više navrata svaka 2 do 3 tjedna, uz razmak redova 15 – 30 cm, a prorjeđuje se na 5 do 10 cm biljka od biljke. Klijanje je epigejsko pa je dubina sjetve oko 1 cm. U toplijim klimama sije se tijekom zime i ranog proljeća (Biggs i sur., 2005).

Njega usjeva se sastoji od međuredne obrade i navodnjavanja (Lešić i sur., 2004). To je kultura koja nema većih problema sa bolestima i štetnicima (Marković, 2016), a korov u uzgoju ne predstavlja problem jer riga brzo raste i pokriva površinu tla ne dozvoljavajući drugim vrstama da se razviju (www.agroklub.com).

Tržište zahtijeva svježiu rigu tijekom cijele godine, što je moguće osigurati proizvodnjom u kontroliranim uvjetima zaštićenog prostora, jednostavnom hidroponskom tehnikom kao što je plutajući hidropon (Geršak i sur., 2012). Godišnji prinos rige u plutajućem hidroponu može biti veći za 40 do 50% u odnosu na prinos u zaštićenom prostoru pri uzgoju na tlu, a ujedno biljke su čiste (bez čestica tla) čime je smanjen utrošak ljudskog rada i vode za pranje povrća pri berbi i primarnoj doradi (Fabek, 2011).

Biljke su spremne za berbu 30 do 60 dana nakon sjetve. Rigu treba često brati jer se tako potiče stalni rast mladih listova dobre kvalitete, te sprečava rana cvatnja. Oštećene listove

treba odstranjivati (Biggs i sur., 2005). Nakon berbe riga ima sposobnost obnavljanja rozete, pa se ovaj agrotehnički zahvat može provoditi višekratno, no pri berbi se ne smije oštetiti vegetacijski vrh kako bi biljke retrovegetirale. Višekratnom berbom se smanjuje utrošak materijala (sjeme, perlit, polistirenske ploče) i rada (čišćenje i dezinfekcija korištenih ploča i ponavljanje sjetve), (Geršak i sur., 2012). Lisne se rozete beru, operu i prodaju u vezicama ili se listovi režu i prodaju slično kao matovilac. Na 1 m² može se postići prinos do 2 kg (Lešić i sur., 2004).

2.1.4. Zdravstvena i nutritivna vrijednost

Riga pripada skupini lisnatog, niskokaloričnog povrća koje zbog značajnog sadržaja bioaktivnih tvari postaje sve popularnije. Uzgaja se zbog lišća gorkastog i pikantnog okusa, bogata je vitaminima C i K te mineralima kalcijem i magnezijem (Kranjčević, 2011).

Energetska vrijednost rige iznosi samo 25 kcal na 100 g svježe namirnice. Riga sadrži veliku količinu vode, čak 91,71 g u 100 g (tablica 2.1.4.1.). Sadržaj bjelančevina je 2,58 g u 100 g, a ugljikohidrata 3,65 g u 100 g svježe namirnice. Sadrži malu količinu masti, samo 0,66 g u 100 g. Uz makronutrijente, riga je iznimno vrijedan izvor minerala i vitamina. Dobar je izvor kalcija (13% od RDA po obroku), magnezija (10% od RDA po obroku), i vitamina C (15% od RDA po obroku), (www.coolinarika.com).

Tablica 2.1.4.1. Kemijski sastav rige

| Hranjiva | Jedinica | Vrijednost u 100 g |
|----------------|----------|--------------------|
| Voda | g | 91,71 |
| Bjelančevine | g | 2,58 |
| Masti | g | 0,66 |
| Ugljikohidrati | g | 3,65 |
| Vlakna | g | 1,6 |
| Šećeri | g | 2,05 |
| Ca | mg | 160 |
| Fe | mg | 1,46 |
| Mg | mg | 47 |
| P | mg | 52 |
| K | mg | 369 |
| Na | mg | 27 |
| Zn | mg | 0,47 |
| Vitamin C | mg | 15,0 |
| Vitamin K | µg | 108,6 |

Izvor: USDA, 2016

Riga ima stimulativno djelovanje na ljudski organizam (Lešić i sur., 2004). Zbog sastava glukozinolata i flavonoida ima snažno antioksidativno svojstvo. Konzumacija rige potiče izlučivanje enzima sa antikancerogenim djelovanjem. Dodatno, rigi se pripisuje: adstringentno, diuretičko, digestivno, laksativno i protuupalno djelovanje. Dobra je kao stimulans, tonik i afrodizijak. Nalazi primjenu u proizvodima za poticanje rasta kose, tretiranje masnog vlasišta te kao tonik za kožu lica. Efikasna je kod suzbijanja blagih bakterijskih i gljivičnih upala, a visoka koncentracija vitamina C djeluje antiskorbutski. Sadrži vitamin K koji pomaže jačanju i rastu kostiju (www.agroklub.com). Vjeruje se da je tonik od mladih listova vrlo dobar te se koristi u liječenju kašlja (Biggs i sur., 2005).

Od biljke se koristi list i sjemenka. Sve popularniji listovi vrlo su ukusni u salatama, a mladi su listovi blažeg okusa, dok se gorčina povećava sa starošću biljke. Listovi se mogu kuhati i blanširati, dodati u umake, pirjati te servirati uz tjesteninu, a također se mogu pripremati poput špinata ili blitve sa češnjakom i maslinovim uljem. Cvjetovi su također jestivi i lijepi su ukras salatama (Biggs i sur., 2005). Konzumiranjem svježeg sirovog materijala izbjegava se kuhanje koje dovodi do velikog gubitka hranjivih tvari i drugih zdravih spojeva (Cavauiolo i Ferrante, 2014). Sjemenke se prešaju u svrhu dobivanja ulja (www.agroklub.com).

2.2. Hidroponi

2.2.1. Povijesni razvoj hidropona

Iako se hidroponski uzgoj biljaka smatra inovativnom metodom, ona ima korijene u dalekoj prošlosti. Gledajući kroz povijest, pronaći ćemo preteču hidroponskog uzgoja već kod starih Asteka koji su na jezeru Texacoco proizvodili povrće, cvijeće pa čak i kukuruz u tzv. plivajućim vrtovima. Nisu Asteci bili usamljeni u takvom načinu uzgoja (Parađiković i sur., 2008), čuveni Babilonski vrtovi također su bili zasnovani na tom principu. Te vrtove, koji su proglašeni jednim od sedam svjetskih čuda, mnogi znanstvenici smatraju prvim primjerom složene upotrebe hidroponskih tehnika, zbog korištenja svježije tekuće vode s povećanom koncentracijom kisika i hranjiva što je biljkama omogućavalo rast i razvoj bez dodira s tlom (www.gospodarski.hr). Hidroponski uzgoj poznavale su još i druge stare civilizacije poput Indijanaca, Egipćana, Kine, Indije i Arabije (Čoga, 2014).

Pojam "hidroponski" prvi je upotrijebio Gericke (1937) opisujući metode komercijalnog uzgoja biljaka u tekućem mediju (www.plastenici-dh.com). Hidropon dolazi od grčkih riječi *hydor* što znači voda i *ponos* što znači rad ili posao (Čoga, 2014). Također Gericke je prvi znanstvenik koji je razvio ekonomski moguću metodu uzgoja biljaka u hranjivoj otopini za komercijalne svrhe (www.plastenici-dh.com). Prvi komercijalni hidroponi su bili statički hidroponi s agregatima 1940. godine (Čoga, 2014).

Trenutni svjetski predvodnik u hidroponskom uzgoju je Nizozemska, koja je već prije 25 godina imala 3% od ukupnih zaštićenih prostora pod hidroponom, a samo 10 godina poslije

gotovo 40%. Najčešće uzgajane kulture su rajčica, paprika, krastavci i razne sorte salata (Parađiković i sur., 2008).

2.2.2. Hidroponski sustavi

Hidropon je uzgoj biljaka bez tla, na inertnim supstratima ili bez njih. U širem smislu, to je sustav uzgoja bilja u zaštićenom prostoru ili na otvorenom polju, na nekoj inertnoj podlozi kroz koju se propušta vodena otopina svih potrebnih biogenih elemenata za normalnu ishranu biljaka. U užem smislu, hidropon je sustav uzgoja biljaka u vodi u kojoj su otopljene soli biogenih elemenata (vodena kultura), (Borošić, 2011).

Hidroponski sustavi uzgoja dijele se u dvije skupine:

Hidroponski uzgoj u supstratima - sustavi koji koriste hranjivu otopinu u kombinaciji sa inertnim supstratima: organskog, anorganskog i sintetskog podrijetla (Čoga, 2014). U ovom načinu proizvodnje supstrat predstavlja medij čija je uloga učvršćivanje korijenovog sustava, održavanje vode u obliku pristupačnom biljkama, otjecanje viška hraniva te osiguravanje izmjene zraka. Supstrat ne smije mijenjati svoje kemijske osobine u dodiru s vodom i hranjivima te zadržavati toksične tvari. Mora biti sterilan, inertan i imati odgovarajući kapacitet za vodu, zrak i hranjivu otopinu te povoljan odnos makro i mikro kapilara (Parađiković i sur., 2008).

Hidroponski uzgoj bez supstrata - sustavi koji koriste samo hranjivu otopinu, vodu i zrak (Čoga, 2014). Primjeren je za uzgoj kultura kraće vegetacije, kao što su lisnato povrće (salata, riga, matovilac, špinat, blitva, radić, potočarka, kres salata) i začinsko bilje (peršin, bosiljak, origano, mažuran, timijan, kadulja, kopar) (www.gospodarski.hr). Hidroponi bez supstrata su: tehnika hranjivog filma („Nutrient Film Technique“, NFT), aeroponika („Root Mist Technique“), plutajući sustav kontejnera („Floating Hydroponics“), (Čoga, 2014).

Podjela hidroponskih sustava prema gospodarenju hranjivom otopinom:

Zatvoreni hidroponski sustavi – recirkulirajući sustavi – hranjiva otopina kruži kroz sustav. Održavanje optimalnih koncentracija glavni je nedostatak ovog sustava. Svega 10% svjetske komercijalne hidroponike koristi ovaj sustav. Postoje dva tipa: sustav s konstantnim protjecanjem otopine i sustav s isprekidanim protjecanjem. Zatvoreni sustavi s konstantnim protjecanjem otopine su: hranjivog tehnika hranjivog filma („Nutrient Film Technique“, NFT) i plutajući sustav kontejnera („Floating Hydroponics“). Zatvoreni sustav s isprekidanim protokom otopine je sustav plime i oseke („Ebb and Flow“), (Čoga, 2014).

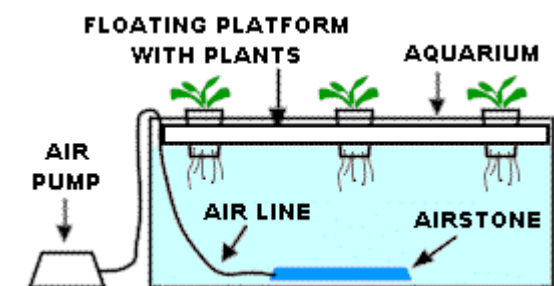
Otvoreni hidroponski sustavi – hranjiva otopina mijenja se nakon svake upotrebe (Čoga, 2014). Kod otvorenih sustava voda se ne reciklira u istom sustavu nego se uz pomoć cijevi skuplja na jednom mjestu i koristi za druge namjene, npr. može se koristiti za prihranu povrća koje se uzgaja na tlu (www.gospodarski.hr).

2.2.2.1. Plutajući sustav kontejnera („Floating Hydroponics“)

Plutajući hidroponi su izvorno razvijeni za proizvodnju presadnica duhana, a danas se koriste i za proizvodnju presadnica povrća te za uzgoj lisnatog povrća i začinskog bilja. Temeljeni su na jednostavnom sustavu koji čine plitki bazeni ispunjeni hranjivom otopinom u kojoj plutaju polistirenske ploče ili kontejneri s biljkama (Slika 2.2.2.1.1.). Polistirenski kontejneri mogu imati različit broj lončića, a ploče mogu biti različitih dimenzija, ovisno o vrsti povrća i namjeni uzgoja, odnosno, da li se lisnato povrće uzgaja zbog mladih listova za rez ili zbog rozete ili glavice (www.gospodarski.hr).

Hidroponskom uzgoju lisnatog povrća je svojstveno da se uzgaja isključivo u vodi kojoj su dodane za rast i razvoj sve neophodne hranjive tvari u potrebnoj koncentraciji i odgovarajućem odnosu. Visina otopine je 15 do 25 cm. To je tehnika koja kontinuirano tijekom 24 sata biljci osigurava neograničen pristup vodi, biljnim hranjivima i kisiku koje može optimalno koristiti prema fiziološkim zahtjevima tijekom svih faza rasta. Korijen se razvija u hranjivoj otopini, odgovarajućeg sastava esencijalnih makro i mikroelemenata u obliku iona koje biljka lako usvaja pa je veća produkcija biomase u jedinici vremena i po jedinici površine zaštićena prostora. Sve to rezultira ranijom berbom, većom ranozrelošću i većim prinosom. Potrošnja vode je vrlo racionalna jer nema gubitaka evaporacijom i ocjeđivanjem, uobičajenih u uzgoju na tlu (www.gospodarski.hr).

Prednosti plutajućih ploča: jeftinije uvođenje, lakše micanje usjeva u plasteniku, veliki pufarni kapacitet za pH-vrijednost te manji rizik od propadanja biljaka u slučaju zatajenja cirkulacijske pumpe jer je korijen biljke u izravnom kontaktu s velikim volumenom hranjive otopine. Također, sustav omogućuje visoku automatizaciju osnovnih agrotehničkih zahvata (sjetva, dopunjavanje hranjive otopine i obogaćivanje kisikom, berba i čišćenje ploča od biljnih ostataka i perlita), (www.gospodarski.hr).



Slika 2.2.2.1.1. Sustav plutajućeg hidropona

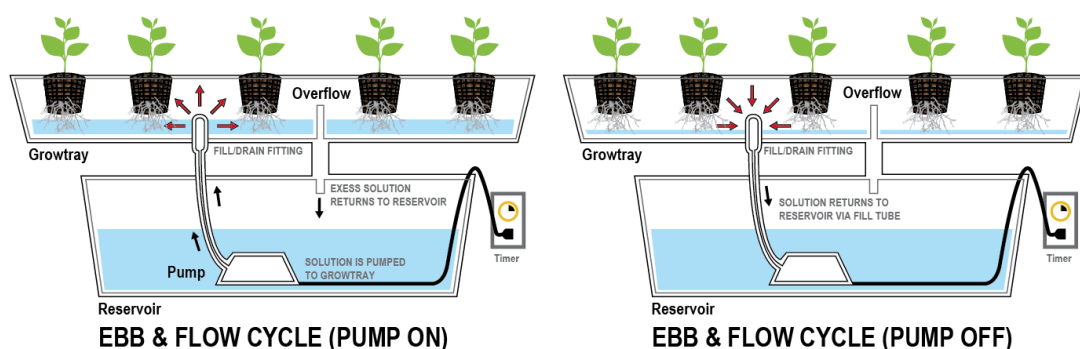
Izvor: <http://www.simplyhydro.com>

2.2.2.2. Sustav pritjecanja i otjecanja ili plime i oseke („Ebb and Flow“)

Najpopularniji sustav zbog lakog održavanja i niskih troškova. Koristi se za uzgoj presadnica, sadnica ukrasnog bilja, ali se može koristiti i za uzgoj povrća. Kao supstrat u uzgoju mogu se koristiti različiti materijali, koji imaju dobru vododržnost i dobru prozračnost.

Ovaj sustav treba veće rezervoare. Plavljenje i dreniranje je uniformno što dovodi do ujednačenog rasta biljaka. Ovaj sustav uzgoja može biti u potpunosti kompjuteriziran (Čoga, 2014).

Sustav radi tako da u određenim intervalima natapa uzgojne posude sa hranjivom otopinom i onda odvodi otopinu natrag u spremnik. Ovaj postupak se normalno obavlja sa pumpom koja je povezana sa kontrolnim satom. Kada se sat uključi, hranjiva otopina se pumpa u uzgojnu posudu. Kada se isključi, otopina se vraća natrag u spremnik slobodnim padom (slika 2.2.2.2.). Sat je namješten tako da se ovaj postupak ponavlja nekoliko puta dnevno ovisno o veličini i vrsti biljke, temperaturi i vlažnosti i vrsti korištenog supstrata. Glavna mana ovog sustava je izloženost supstrata i korijena isušivanju. Ukoliko se vodeni ciklusi prekidaju nesrazmjerno snazi upijanja supstrata, korijen se može vrlo brzo osušiti (Dombaj, 2014).



Slika 2.2.2.2. Sustav plime i oseke

Izvor: <http://gardenious.com>

2.2.3. Prednosti i nedostaci hidroponskog uzgoja

Prednosti hidroponskog uzgoja su uzgoj na površinama na kojima nije bilo uvjeta za uzgoj, s neplodnim tlima ili bez tla, a površina za uzgoj je maksimalno iskorištena. Visok intenzitet proizvodnje i veći prinos po jedinici površine, te manja potrošnja vode, hranjiva i zaštitnih sredstava (Čoga, 2014). Hidroponski uzgoj daje kvalitetne i zdrave plodove bogatije mineralnim tvarima i C vitaminom s manje teških metala. Veća ranozrelost povrća i smanjena pojava stresa kod biljke zbog bolje aktivnosti korijena. Korijen je razvijeniji, kao i nadzemni dio biljke. Kod uzgoja jedne kulture nema potrebe za plodoredom, upotrebljavaju se sterilne podloge pa nema rizika od korova, a rizik od patogena je zanemariv. Smanjuje se onečišćenje okoliša, a korištenjem zatvorenih hidroponskih sustava čuvaju se podzemne vode. Eliminiraju se ograničavajući čimbenici okoliša (Jug, 2016). Visok je stupanj automatizacije, bolja kontrola opskrbe biljaka vodom i biljnim hranjivima, optimalna pH vrijednost i izbalansirana količina biljnih hranjiva. Smanjen je fizički rad, manja potreba za radom pri obradi, kultiviranju, dezinfekciji (Parađiković i sur., 2008). Omogućuje se uzgoj različitih biljaka u svim klimatima, kroz cijelu godinu, te se otvara mogućnost uzgoja biljaka izvan atmosfere (svemirske letjelice i drugi planeti – NASA), (Čoga, 2014).

Nedostatci hidroponskog uzgoja su visoki inicijalni troškovi za pokretanje sustava, sofisticirana tehnologija koja traži educirane osobe za upravljanje sustavom (priprema i transport hranjive otopine do biljke, zaštita, osvjetljenje, prozračivanje), (Čoga, 2014). Pri pojavi bolesti i štetnika, zaraza se brzo širi zbog optimalnih uvjeta za njihov razvoj u zaštićenom prostoru. Nedostatak hidroponskih tehnika uzgoja na supstratima je i dodatni problem zbrinjavanja i recikliranja anorganskih i sintetskih supstrata nakon korištenja (www.gospodarski.hr).

2.3. Konvencionalna (intenzivna) poljoprivredna proizvodnja

Najveći se dio poljoprivredne proizvodnje u svijetu obavlja u vidu konvencionalne ili intenzivne poljoprivrede koja se temelji na visokim stabilnim prinosima, koristeći pri tome visoko rodne sorte i hibride, te prirodna i sintetska agrokemijska sredstva. Konvencionalna poljoprivredna proizvodnja svoj procvat doživljava razvojem znanosti i tehnologije. Usporedno s otkrićem mineralnih tvari potrebnih za ishranu bilja počela se razvijati industrija mineralnih gnojiva i postupno rasti primjena gnojiva u praksi (Čoga, 2012). Konvencionalna poljoprivreda je tzv. "poljoprivreda visokih ulaganja" (*high input*), a postigla je impresivne rezultate u opskrbi pučanstva dostatnim količinama hrane (Kisić, 2012).

Klasičnu konvencionalnu poljoprivredu karakterizira prekomjerno i neracionalno trošenje neobnovljivih prirodnih resursa, odnosno uvjetno obnovljivih, kao i korištenje agrokemikalija koje ostavljaju trajne štetne posljedice na okoliš remeteći cjelokupni ekosustav (Ciganović i Valjak, 2009). Intenzivnom poljoprivredom kratkoročno se ostvaruje povećana plodnost i visoki prinosi, no dugoročno djeluje razarajuće na cjelokupan ekosustav. Ovaj oblik poljoprivredne proizvodnje temelji se na unosu prekomjernih količina energenata u tlo, bilo u obliku mineralnih gnojiva, pesticida ili herbicida (Šiljković, 2001).

2.4. Usporedba hidroponskog uzgoja i uzgoja na tlu

Suvremena proizvodnja najčešće podrazumijeva intenzivno korištenje tla i nepoštivanje plodoreda uslijed čega dolazi do narušavanja kvalitete, te iscrpljivanja i osiromašivanja tla što dovodi sve sastojke tla u neravnotežu. Uglavnom dolazi do akumulacije uzročnika biljnih bolesti i štetnika, iscrpljivanja istovrsnih hranjiva iz tla te degradacije strukture i kemijske reakcije tla. Dolazi također do narušavanja fizikalnih svojstava tla i mikrobiološke aktivnosti. Kako bi ostvarili što veći prinos, proizvođači često primjenjuju količine gnojiva koje ne odgovaraju potrebama biljaka za hranjivima, što može rezultirati pojačanom ili toksičnom koncentracijom pojedinih hranjiva u biljci ili pak vezanjem hranjiva na druge spojeve tla. Hidroponskim tehnikama uzgoja biljaka uspješno se mogu eliminirati problemi koji su prisutni u konvencionalnom uzgoju na tlu (www.gospodarski.hr).



Slika 2.4.1. Konvencionalni
uzgoj rige na tlu
Izvor: www.coolinarika.com



Slika 2.4.2. Hidroponski uzgoj rige
Izvor: T. Anić, 2016

Kod uzgoja na otvorenom (slika 2.4.1.) nemoguće je kontrolirati okolišne čimbenike, dok je kod hidroponskog načina uzgoja (slika 2.4.2.) to moguće jer se proizvodnja odvija u zaštićenim prostorima gdje je moguća kontrola temperature, svjetlosti, vlažnosti zraka te prilagođavanje (povećanje) koncentracije CO₂. Time je omogućen uzgoj u svim razdobljima godine pod najpovoljnijim uvjetima. Upravo zbog toga u hidroponskom uzgoju prinos je lakše predvidljiv, nego kod uzgoja na otvorenom. Visina prinosa je višestruko veća u odnosu na uzgoj na otvorenom, kakvoća proizvoda je visoka i moguće je detaljno planirati marketing proizvoda (Jug, 2016). Hidroponski uzgoj povećava opsega zaposlenosti u poljoprivredi tijekom perioda kada nema poljoprivrednih radova na otvorenom (Duralija, 2010).

2.5. Priprema hranjive otopine

Hranjiva otopina je otopina vode te makro i mikroelemenata, koji su potrebni biljci za rast i razvoj u određenoj količini i omjeru. Otopina mora sadržavati sve hranjive elemente u optimalnom odnosu, imati određenu pH-vrijednost, električnu vodljivost i koncentraciju ukupnih vodotopivih soli sukladno zahtjevima uzgojne kulture. Priprema se iz vodotopivih kompleksnih gnojiva ili pojedinačnih hranjivih soli, uz dodatak kiseline. Praksa je da se pripremi 100 puta koncentrirana otopina koja se miješa s vodom i razrjeđuje pomoću dozatora ili fertirigatora. U većini sustava upotrebljavaju se dva spremnika („A“ i „B“ spremnici) u kojima se pripremaju dvije osnovne koncentrirane otopine. Otopina kalcijevog nitrata treba biti u zasebnom spremniku, odvojeno od soli sulfata i fosfata, kako bi se izbjeglo taloženje.



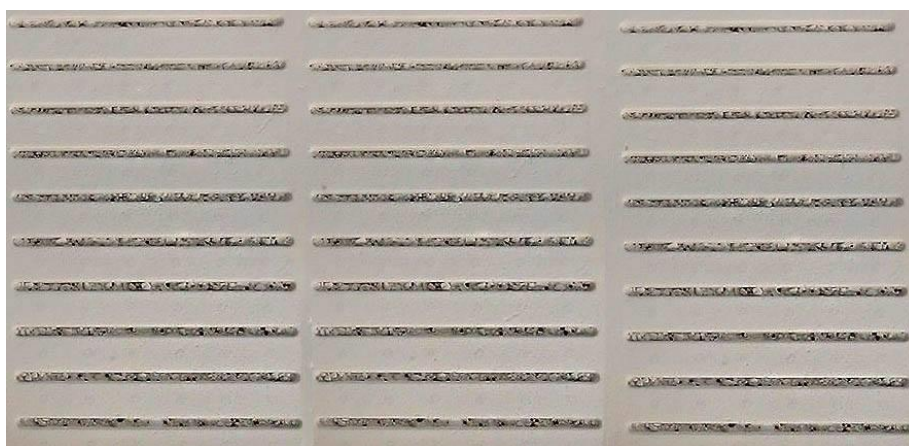
Slika 2.5. Spremnici za pripremu hranjive otopine
Izvor: Borošić i sur., 2011

3. Materijali i metode

3.1. Postavljanje i provedba pokusa

Istraživanje je provedeno tijekom proljeća 2016. godine, od početka travnja do kraja svibnja na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Riga je uzgajana u dva tipa zatvorenih hidroponskih sustava: plutajući hidropon i hidropon plime i oseke koji su bili postavljeni u negrijanom zaštićenom prostoru, te konvencionalno na vrtnom tlu na otvorenom.

U pokusu je uzgajana sorta rige 'Coltivata'. Sjetva je obavljena 4. travnja 2016. godine ručno u polistirenske ploče. Za uzgoj rige u plutajućem hidroponu postavljeno je osam polistirenskih ploča (0,96 m x 0,6 m) sa 102 proreza (17 cm dužine i 0,5 cm širine), a za hidropon plime i oseke pet polistirenskih ploča (slika 3.1.1.). Sjetva rige na otvorenom je provedena 5. travnja 2016. godine izravnom sjetvom sjemena u tlo.



Slika 3.1.1. Sjetva rige u polistirenske ploče

Izvor: T. Anić, 2016

U hidroponskom uzgoju sjeme rige prekriveno je sitnijom granulacijom perlita (0 – 3 mm) te je održavana vlažnost supstrata tijekom klijanja. Nakon nicanja ploče su položene u bazene (4 m x 2 m x 0,25 m) s hranjivom otopinom (slika 3.1.2.) i na stol namijenjen za hidroponski uzgoj plime i oseke (slika 3.1.3.). Tijekom proizvodnog ciklusa rige u hidroponu plime i oseke hranjiva otopina punila se i praznila svakih 24 sata (slika 3.1.6.).



Slika 3.1.2. Uzgoj rige u plutajućem hidroponu
Izvor: T. Anić, 2016



Slika 3.1.3. Uzgoj rige u hidroponu plime i oseke
Izvor: T. Anić, 2016

Berba rige je bila višekratna, u trajanju od 20 dana (3. – 23. svibnja 2016. godine). Berba u plutajućem hidroponu je provedena 3. i 17. svibnja, dok u hidroponu plime i oseke 9. i 23. svibnja. Tijekom berbe listovi rige rezani su na visini 0,5 cm iznad kotiledonskih listova kako bi se izbjeglo oštećenje vegetacijskog vrha biljke i osiguralo brzo obnavljanje nadzemnog dijela (slika 3.1.4.). Pri dvokratnoj berbi rige mjerena je masa listova i utvrđen je prinos (slika 3.1.5.). Berba rige uzgajane na tlu bila je jednokratna i provedena je 23. svibnja 2016. godine.



Slika 3.1.4. Berba rige
Izvor: T. Anić, 2016



Slika 3.1.5. Vaganje ubrane lisne mase
Izvor: T. Anić, 2016

Gotova hranjiva otopina pripremljena je iz 100 puta koncentriranih otopina (spremnici A, B i C) u odnosu na koncentraciju otopine u bazenu i na stolu (tablica 3.1.1.). Kako bi se spriječio razvoj algi na hranjivoj otopini, razmak između ploča s biljkama i rubova prekriven je polistirenom. Svakodnevno su mjereni temperatura, količina otopljenog kisika, pH- i EC-vrijednost hranjive otopine te minimalna i maksimalna temperatura zraka i relativna vlaga zraka.



Slika 3.1.6. Pražnjenje hranjive otopine u sustavu plime i oseke
Izvor: T. Anić, 2016

Tablica 3.1.1. Sastav hranjive otopine

| SPREMNIK | g/200L |
|-------------------------------------|---------|
| A | |
| HNO ₃ | 0,72 |
| Ca(NO ₃) ₂ | 162,4 |
| NH ₄ NO ₃ | 38,8 |
| KNO ₃ | 46,8 |
| Fe-helat EDDHA 13% | 3,46 |
| B | |
| HNO ₃ | 0,72 |
| KH ₂ PO ₄ | 86 |
| KNO ₃ | 115,4 |
| K ₂ SO ₄ | 29,4 |
| MgSO ₄ | 19,8 |
| MIKROELEMENTI | |
| MnSO ₄ | 0,5 |
| H ₃ BO ₄ | 1,04 |
| ZnSO ₄ | 0 |
| CuSO ₄ | 0,052 |
| Na – molibdat | 0,01 |
| C | |
| HNO ₃ 56% | 39,54 |
| Vrijednosti hranjive otopine | |
| pH | 5,8-6,2 |
| EC | 3,2 |

Izvor: Pimpini i sur., 2005

3.2. Kemijska analiza biljnog materijala

Tijekom višekratnih berbi uzimani su prosječni uzorci listova rige koji su dostavljeni u laboratorij Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta na analizu u što kraćem vremenu kako bi gubici mase suhe tvari bili što manji. Prosječni uzorak biljnog materijala je u zrak koji sa svim svojim osobinama: fiziološkim, morfološkim, kemijskim i biološkim predstavlja ukupnu populaciju iz koje je uzet. Sastoji se iz većeg broja pojedinačnih uzoraka.

Nakon dostave uzorci su pripremljeni za kemijsku analizu. Prvo se evidentira u matičnu knjigu, pri čemu dobiva svoj analitički broj. Kemijskom analizom se određuje: količina suhe tvari, ukupni dušik, fosfor, kalij, kalcij, magnezij, željezo, cink, mangan i bakar (tablica 3.2.1.).

Tablica 3.2.1. Metode primijenjene u određivanju minerala i suhe tvari rige

| Svojstvo | Metoda | Protokol/Norma |
|-----------------|--|---------------------|
| Suha tvar (%) | Određivanje suhe tvari i sadržaja vlage na osnovi mase – gravimetrijska metoda | HRN ISO 11465:2004* |
| Dušik (%) | Ukupni dušik – metoda po Kjeldahal-u | AOAC (1995) |
| Fosfor (%) | Ukupni fosfor – digestija s konc. HNO ₃ i spektrofotometrijska detekcija | AOAC (1995) |
| Kalij (%) | Ukupni kalij – digestija s konc. HNO ₃ i plamenfotometrijska detekcija | AOAC (1995) |
| Kalcij (%) | Ukupni kalcij – digestija s konc. HNO ₃ i atomska apsorpcijska spektrofotometrija | AOAC (1995) |
| Magnezij (%) | Ukupni magnezij – digestija s konc. HNO ₃ i atomska apsorpcijska spektrofotometrija | AOAC (1995) |
| Željezo (mg/kg) | Ukupno željezo – digestija s konc. HNO ₃ i atomska apsorpcijska spektrofotometrija | AOAC (1995) |
| Cink (mg/kg) | Ukupni cink – digestija s konc. HNO ₃ i atomska apsorpcijska spektrofotometrija | AOAC (1995) |
| Mangan (mg/kg) | Ukupni mangan – digestija s konc. HNO ₃ i atomska apsorpcijska spektrofotometrija | AOAC (1995) |
| Bakar (mg/kg) | Ukupni bakar – digestija s konc. HNO ₃ i atomska apsorpcijska spektrofotometrija | AOAC (1995) |

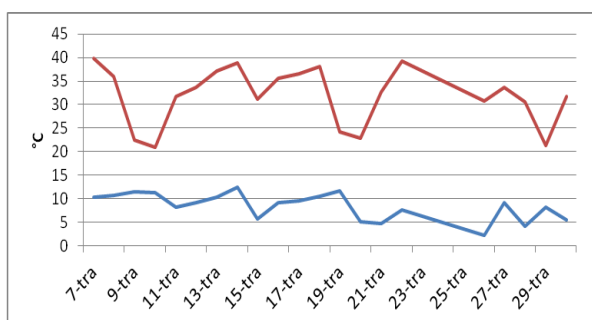
Izvor: Hrvatski zavod za norme; Official methods of analysis AOAC (1995)

4. Rezultati i rasprava

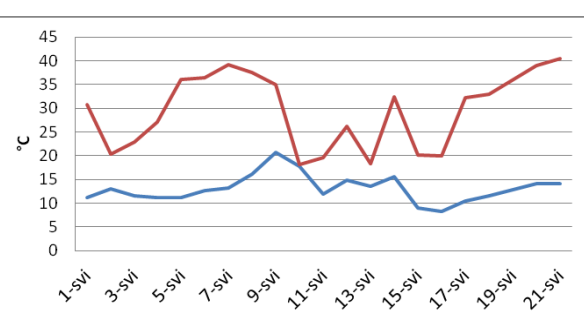
4.1. Abiotski čimbenici tijekom proizvodnog ciklusa

4.1.1. Temperatura

Tijekom uzgojnog ciklusa svakodnevno je mjerena temperatura zraka u plasteniku u kojem su bili postavljeni hidroponski sustavi. U mjesecu travnju minimalna temperatura u plasteniku se kretala od 5,2 do 12,4 °C, dok se maksimalna temperatura kretala od 21 do 39 °C (grafikon 4.1.1.1.). Navedeno je rezultiralo prosječnom minimalnom temperaturom 8,4 °C, odnosno, maksimalnom 31,8 °C. U mjesecu svibnju minimalna temperatura u plasteniku se kretala od 8,2 do 21 °C, dok se maksimalna temperatura kretala 19 do 40,5 °C (grafikon 4.1.1.2.). Prosječna minimalna temperatura u mjesecu svibnju iznosila je 13,11 °C, a maksimalna 29,4 °C.

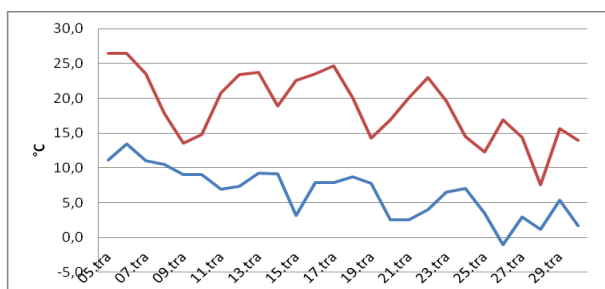


Grafikon 4.1.1.1. Prikaz minimalnih i maksimalnih dnevnih temperatura u plasteniku za mjesec travanj 2016

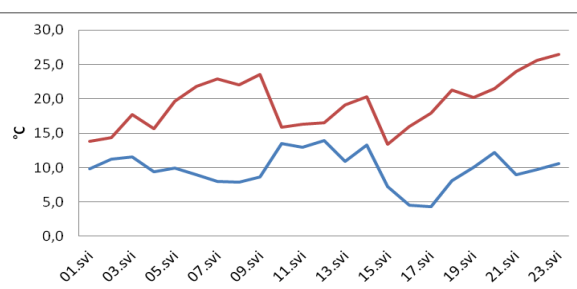


Grafikon 4.1.1.2. Prikaz minimalnih i maksimalnih dnevnih temperatura u plasteniku za mjesec svibanj 2016

Prema Državnog hidrometeorološkog zavoda u mjesecu travnju minimalna temperatura na otvorenom se kretala od -1 do 13,4 °C, dok se maksimalna temperatura kretala od 7,6 do 26,5 °C (grafikon 4.1.1.3.). Prosječna minimalna temperatura u mjesecu travnju iznosila je 6,5 °C, a maksimalna 19,2 °C. U mjesecu svibnju minimalna temperatura na otvorenom se kretala od 4,3 do 16,1 °C, dok se maksimalna temperatura kretala od 13,4 do 30,0 °C (grafikon 4.1.1.4.). Prosječna minimalna temperatura u mjesecu travnju iznosila je 10,8 °C, a maksimalna 21,2 °C.



Grafikon 4.1.1.3. Prikaz minimalnih i maksimalnih dnevni temperatura na otvorenom za mjesec travanj 2016

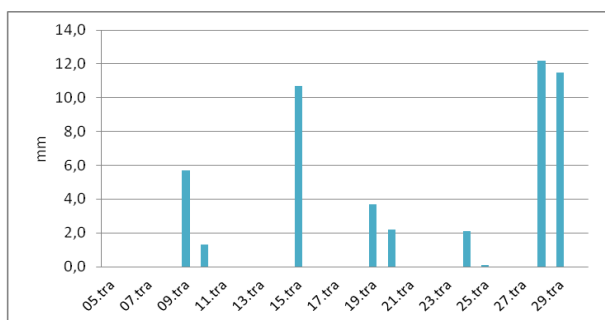


Grafikon 4.1.1.4. Prikaz minimalnih i maksimalnih dnevni temperatura na otvorenom za mjesec svibanj 2016

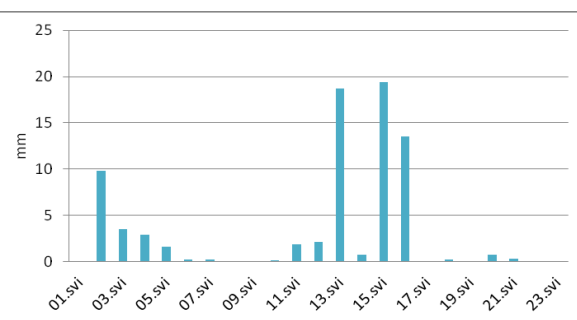
Uspoređivanjem temperaturnih vrijednosti u plasteniku i na otvorenom s biološkim zahtjevima rige za toplinom može se zaključiti da su temperature u plasteniku pogodovale ranijem nicanju rige, dok je za nicanje na otvorenom zbog niskih temperatura bio potreban veći broj dana. Temperaturne razlike između uzgoja u plasteniku i na otvorenom dovele su do toga da je u istom vremenskom periodu u plasteniku provedena dvostruka berba, dok je na otvorenom bila samo jedna.

4.1.2. Oborine

Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda za mjernu postaju Maksimir u mjesecu travnju kiša je padala 9 dana, a ukupna količina oborina je bila 49,5 litara/m² (grafikon 4.1.2.1.). U mjesecu svibnju je palo je duplo više kiše nego u travnju, od početka do sredine mjeseca padala je uzastopno dva puta po tjedan dana. Kiša je padala 18 dana, a ukupna količina oborina je bila 94,7 litara/m² (grafikon 4.1.2.2.). Ukupna količina oborina tijekom uzgoja rige na otvorenom je bila 144,2 litara/m².



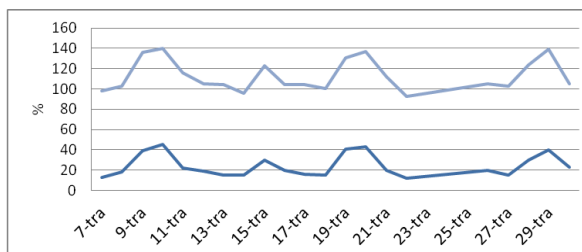
Grafikon 4.1.2.1. Prikaz količine oborina u mjesecu travnju 2016



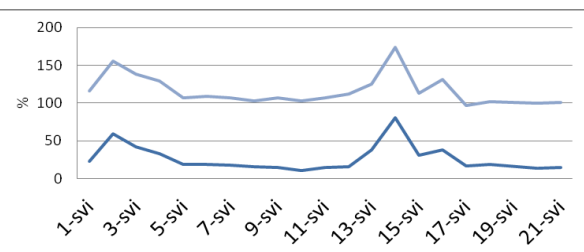
Grafikon 4.1.2.2. Prikaz količine oborina u mjesecu svibnju 2016

4.1.3. Relativna vlažnost zraka

Relativna vlažnost zraka mjerena je svakodnevno, na istom uređaju kao i temperatura zraka. U mjesecu travnju minimalna dnevna vlažnost zraka kratala se između 13 i 40 %, dok se maksimalna kratala između 80 i 99 % (grafikon 4.1.3.1.). U mjesecu svibnju minimalna dnevna vlažnost zraka kratala se između 11 i 42 %, dok se maksimalna kratala između 80 i 97 % (grafikon 4.1.3.1.).



Grafikon 4.1.3.1. Prikaz dnevne minimalne i maksimalne relativne vlažnosti zraka za mjesec travanj 2016

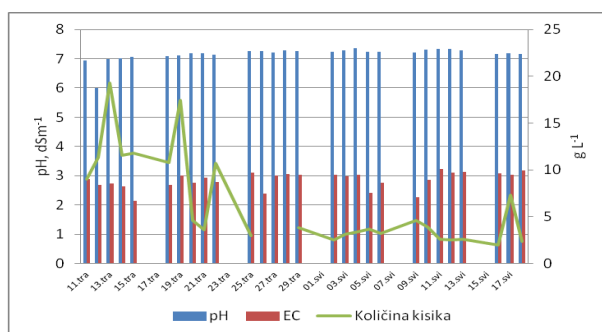


Grafikon 4.1.3.1. Prikaz dnevne minimalne i maksimalne relativne vlažnosti zraka za mjesec svibanj 2016

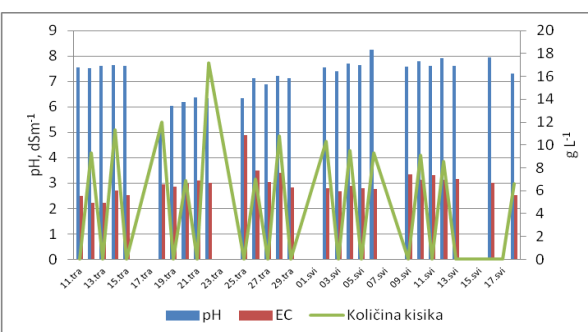
4.1.4. pH, EC i količina kisika

pH i EC vrijednosti mjereni su svaki dan u svrhu kontrole hranjive otopine u oba sustava hidropona. Količina kisika u hranjivoj otopini također se redovito mjerila. Tijekom uzgojnog ciklusa u plutajućem hidroponu pH vrijednosti kretale su se od 6,00 do 7,35, a u većini mjerenja pH je bio iznad 7 (grafikon 4.1.4.1.). Vidljivo je da su većinom pH vrijednosti odstupale od optimalnih vrijednosti koje se kreću od 5,5 do 6,5 (Čoga, 2014). EC vrijednosti su se kretale od 2,13 do 3,22 dS/m (grafikon 4.1.4.1.). Količina otopljenog kisika značajno je varirala tijekom uzgojnog ciklusa. Najveća količina otopljenog kisika u hranjivoj otopini ($19,30 \text{ mg L}^{-1}$) je bila na početku uzgojnog ciklusa, a najmanja ($2,00 \text{ mg L}^{-1}$) na kraju uzgojnog ciklusa (grafikon 4.1.4.1.).

Tijekom uzgojnog ciklusa u hidroponu plime i oseke pH vrijednosti kratala su se od 5,14 do 8,24. EC vrijednosti su se kretale od 2,22 do 4,90 dS/m, u većini mjerenja EC je bio iznad optimalnih vrijednosti (grafikon 4.1.4.2.). Količina otopljenog kisika značajno je varirala tijekom uzgojnog ciklusa. Najveća količina otopljenog kisika u hranjivoj otopini ($17,20 \text{ mg L}^{-1}$) je bila na sredini uzgojnog ciklusa, a najmanja ($6,60 \text{ mg L}^{-1}$) na kraju uzgojnog ciklusa (grafikon 4.1.4.2.).



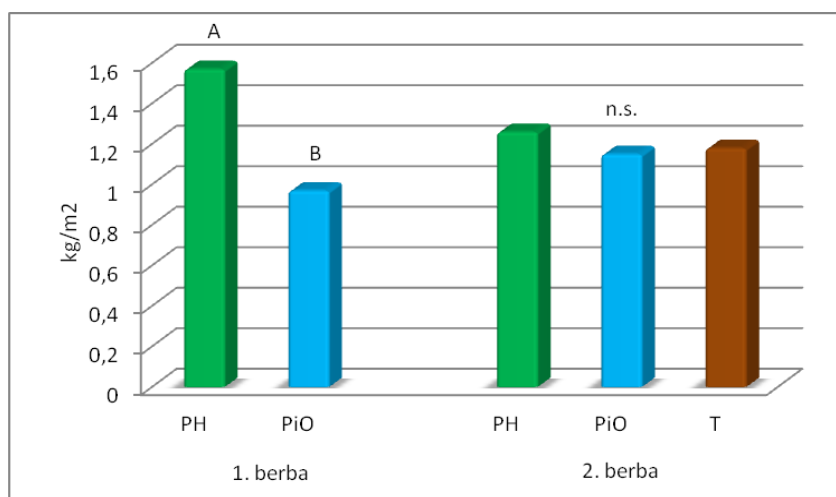
Grafikon 4.1.4.1. Prikaz količine otopljenog kisika, pH i EC vrijednosti u plutajućem hidroponu



Grafikon 4.1.4.2. Prikaz količine otopljenog kisika, pH i EC vrijednosti u hidroponu plime i oseke

4.2. Prinos rige

Berba u plutajućem hidroponu je provedena 3. i 17. svibnja, u hidroponu plime i oseke 9. i 23. svibnja, a na otvorenom 23. svibnja 2016. godine. U grafikonu 4.2.1. prikazan je prinos rige u plutajućem hidroponu, hidroponu plime i oseke, te na tlu. U prvoj berbi utvrđene su visoko signifikantne razlike između prinosa rige u plutajućem hidroponu i u hidroponu plime i oseke. Dok se prinos u drugoj berbi u plutajućem hidroponu ($1,26 \text{ kg/m}^2$), hidroponu plime i oseke ($1,15 \text{ kg/m}^2$), te na tlu ($1,18 \text{ kg/m}^2$) nije značajno razlikovao. Prosječan prinos rige u prvoj berbi u hidroponu plime i oseke iznosio je $1,56 \text{ kg/m}^2$, a u hidroponu plime i oseke $0,96 \text{ kg/m}^2$. Ukupni prinos rige u obje berbe u plutajućem hidroponu iznosio je $2,83 \text{ kg/m}^2$, dok je kod hidropona plime i oseke iznosio $2,11 \text{ kg/m}^2$, a na tlu $1,18 \text{ kg/m}^2$.



PH – plutajući hidropon, PiO – hidropon plime i oseke, T – tlo

Grafikon 4.2.1. Prinos rige pri različitim načinima uzgoja

Iz grafikona 4.2.1. također je vidljivo da je prinos rige kod plutajućeg hidropona u prvoj berbi bio veći nego u drugoj, a dok je prinos rige uzgajane u hidroponu plime i oseke bio veći u drugoj berbi.

U istraživanju Toth i sur. (2009) riga je uzgajana u plutajućem hidroponu u ljetno-jesenskom razdoblju 2011. godine. Najveći prinos rige (1783 g/m^2) ostvaren je u prvoj berbi, manji u trećoj (1319 g/m^2), a najmanji u drugoj berbi (1148 g/m^2).

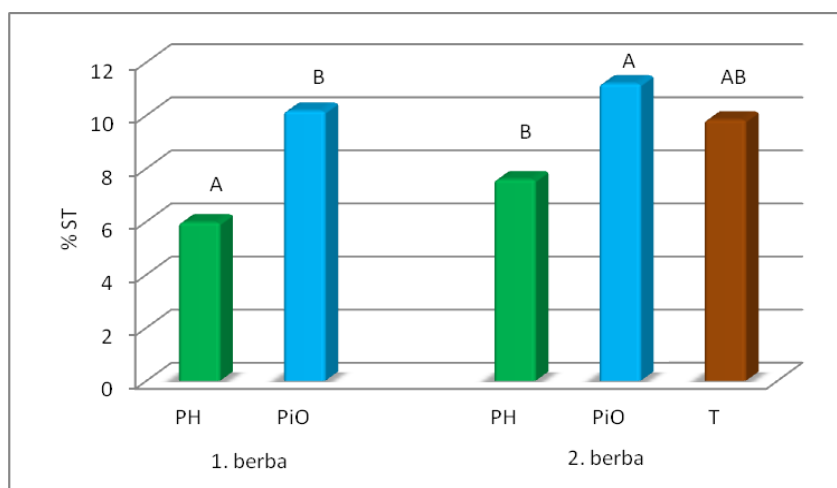
Prema rezultatima istraživanja Doležalova i sur. (2013) prosječni prinos rige uzgajane u poljskim uvjetima u uzgojnom razdoblju 2010. i 2011. godine iznosio je 16 t/ha , dok je prema istraživanju Padulosi i Pignone (1997) prosječni prinos rige iznosio 18 t/ha .

U istraživanju Fontana i Nicola (2009) riga je uzgajana tehnikom plutajućih ploča pri čemu je ostvaren prinos $1,93 \text{ kg/m}^2$ što je značajno veće od prinosa rige uzgajane na tlu koji je iznosio $0,49 \text{ kg/m}^2$.

Prema istraživanju Francke (2011) riga uzgajana na tlu malčiranom polietilenskom folijom ostvarila je ukupan prinos od $1,46 \text{ kg/m}^2$ u odnosu na prinos ostvaren na nepokrivenom tlu ($1,39 \text{ kg/m}^2$).

4.3. Suha tvar

U grafikonu 4.3.1. prikazana je količina suhe tvari u listovima rige pri različitim načinima uzgoja. Vidljivo je da se količina suhe tvari u listovima rige u prvoj berbi značajno razlikovala obzirom na način hidroponskog uzgoja. U drugoj berbi biljke uzgajane u tlu i u plutajućem hidroponu nisu se značajno razlikovale, kao ni biljke uzgajane u tlu i u hidroponu plime i oseke. Najveća količina suhe tvari ($11,20 \text{ \% ST}$) utvrđena je pri drugoj berbi u hidroponskom sustavu plime i oseke, a najmanja ($5,97 \text{ \% ST}$) pri prvoj berbi u plutajućem hidroponu.



PH – plutajući hidropon, PiO – hidropon plime i oseke, T – tlo

Grafikon 4.3.1. Količina suhe tvari u listovima rige pri različitim načinima uzgoja

U istraživanju Nurzyńska - Wierdak (2009) riga se uzgajala primjenom različitih doza dušičnog i kalijevog gnojiva u negrijanom stakleniku. Količina suhe tvari primjenom različitih doza dušika ($0,3$ i $0,6 \text{ N/dm}^3$) neznatno je varirala između $9,8$ i $9,9 \text{ \% ST}$, dok količina suhe tvari primjenom različitih doza kalija ($0,3$, $0,6$ i $0,9 \text{ K/dm}^3$) varirala od $9,6$ do $10,4 \text{ \% ST}$.

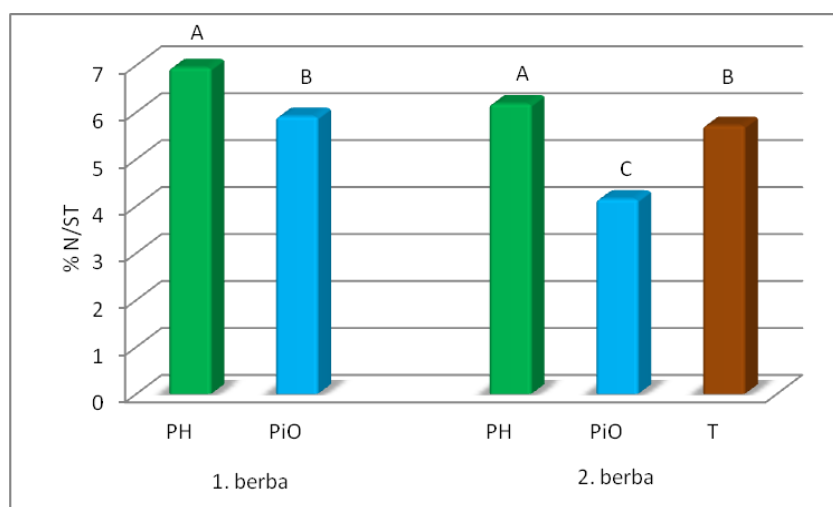
U istraživanju Nurzyńska - Wierdak (2006) riga se uzgajala u jesenskom periodu s različitim dozama dušika (0,2, 0,4 i 0,6 N/dm⁻³) tijekom 2001. i 2002. godine. Udio suhe tvari u prvoj godini istraživanja varirao je od 11,4 do 12,3 % ST što je više od vrijednosti utvrđenih u ovom diplomskom radu. Dok je udio suhe tvari u 2002. godini varirao između 8,3 do 8,8 % ST, što je unutar granica vrijednosti dobivenih u ovom istraživanju.

Prema USDA (2016) prosječna količina suhe tvari u listovima rige iznosi 8,29 % ST.

U istraživanju Fontana i Nicola (2009) riga uzgajana u plutajućem hidroponu imala je prosječno 8% ST, dok je riga uzgajana na tlu imala veći udio suhe tvari (10% ST).

4.4. Količina dušika

U grafikonu 4.4.1. prikazana je količina ukupnog dušika u suhoj tvari s obzirom na način uzgoja. Utvrđena je visoko signifikantna razlika u količini dušika između plutajućeg hidropona i hidropona plime i oseke pri prvoj berbi. U drugoj berbi je također utvrđena značajna razlika u količini dušika s obzirom na način uzgoja, a količina dušika varirala je od 4,15 % N/ST u hidroponu plime i oseke do 6,18 % N/ST u plutajućem hidroponu. Na temelju ovih rezultata može se zaključiti da riga uzgojena u plutajućem hidroponu imala veću količinu dušika od one uzgojene u hidroponu plime i oseke.



PH – plutajući hidropon, PiO – hidropon plime i oseke, T – tlo

Grafikon 4.4.1. Količina ukupnog dušika u suhoj tvari pri različitim načinima uzgoja

Prema istraživanju Acikgoz (2011) rok sjetve je utjecao na količinu dušika u suhoj tvari rige. Biljke čija je sjetva provedena 1. rujna količina dušika je bila 3,69 % N/ST, odnosno, 3,08 % N/ST kod biljaka iz sjetve 1. ožujka.

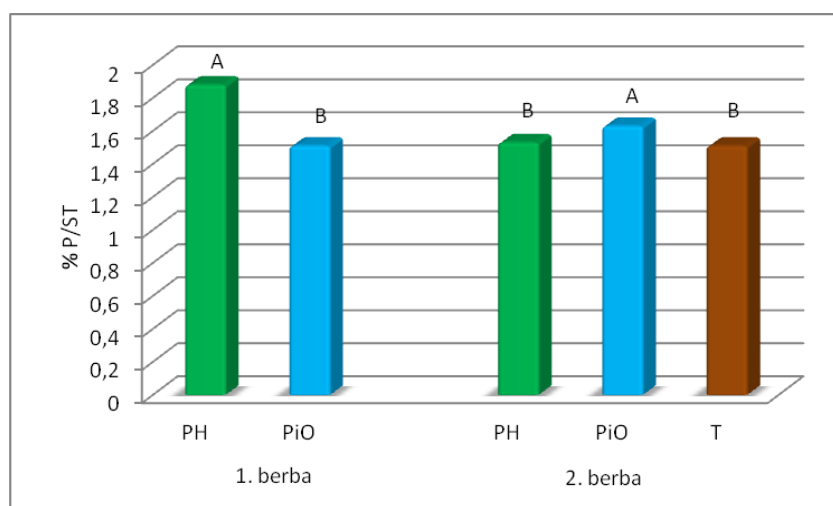
U istraživanju Nurzyńska - Wierdak (2009) dobivene vrijednosti primjenom različitih doza dušika (0,3 i 0,6 N/dm⁻³) varirale su između 5,62 do 5,80 % N/ST, a vrijednosti dobivene primjenom različitih doza kalija (0,3, 0,6 i 0,9 K/dm⁻³) varirale između 5,69 do 5,73 % N/ST.

U istraživanju Nurzyńska - Wierdak (2006) količina dušika u prvoj godini istraživanja varirala je 4,07 do 5,09 % N/ST, odnosno od 6,23 do 6,67 % N/ST u drugoj godini istraživanja pri gnojidbi različitim dozama dušika (0,2, 0,4 i 0,6 N/dm⁻³).

U istraživanju Barlas i sur. (2011) količina dušika u suhoj tvari listova rige varirala je od 2,94 do 5,23 % N/ST, s prosječnom vrijednosti od 4,32 % N/ST. U istraživanju Haag i Minami (1988) utvrđena je količina dušika u suhoj tvari u vrijednosti od 4,98 % N/ST.

4.5. Količina fosfora

U grafikonu 4.5.1. prikazana je količina ukupnog fosfora u suhoj tvari obzirom na način uzgoja. Utvrđena je visoko signifikantna razlika između uzgoja u plutajućem hidroponu i hidroponu plime i oseke pri prvoj berbi. Između uzgoja biljaka u tlu i u plutajućem hidroponu nije utvrđena značajna razlika, dok je između uzgoja u plutajućem hidroponu i u hidroponu plime i oseke utvrđena značajna razlika. Najveća prosječna količina fosfora (1,88% P/ST) utvrđena je pri prvoj berbi u plutajućem hidroponu, dok su rezultati prve berbe hidropona plime i oseke, te tla jednaki (1,51 % P/ST) ujedno i najmanji.



PH – plutajući hidropon, PiO – hidropon plime i oseke, T – tlo

Grafikon 4.5.1. Količina ukupnog fosfora u suhoj tvari pri različitim načinima uzgoja

Količina fosfora u suhoj tvari u ovom istraživanju su veće od vrijednosti navedenih u istraživanju Nurzyńska - Wierdak (2009). Vrijednosti u istraživanju navedene autorice se kreću od 0,56 do 0,57 % P/ST s obzirom na primjenu različitih doza dušika (0,3 i 0,6 N/dm⁻³), dok se vrijednosti s obzirom na primjenu različitih doza kalija (0,3, 0,6 i 0,9 K/dm⁻³) kreću od 0,55 do 0,57 % P/ST.

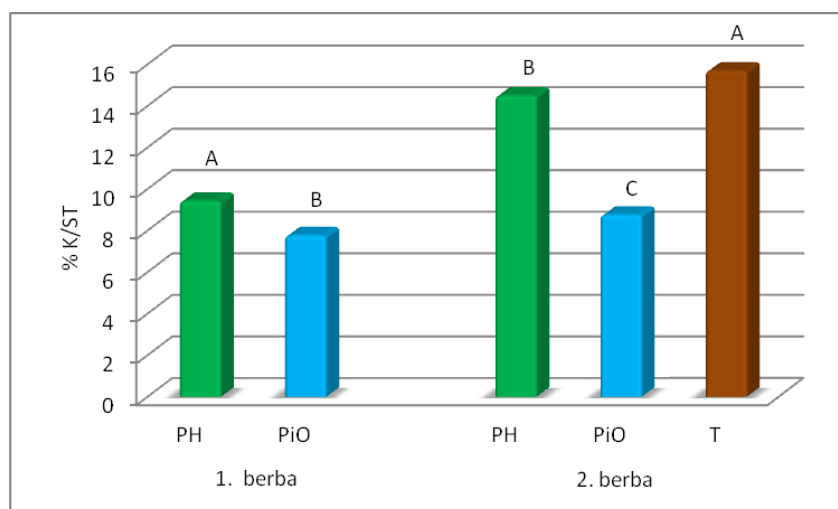
U istraživanju Nurzyńska - Wierdak (2006) vrijednosti su također niže od vrijednosti dobrih u ovom istraživanju. Vrijednosti su se kretale od 0,52 do 0,53 % P/ST u prvoj godini istraživanja, a u drugoj godine su se kretale od 0,52 do 0,62 % P/ST, pri gnojidbi različitim dozama dušika (0,2, 0,4 i 0,6 N/dm⁻³).

U istraživanju Barlas i sur. (2011) količina fosfora u suhoj tvari listova rige varirala je od 0,12 do 0,27 % P/ST, s prosječnom vrijednosti od 0,26 % P/ST. Vidljivo je da su količine fosfora u ovom diplomskom radu značajno veće s obzirom na količine fosfora koje su dobili Barlas i sur. (2011) u svom istraživanju.

Prema Vukadinović i Vukadinović (2011) količina fosfora u biljkama varira od 0,3 do 0,5 % P/ST. U istraživanju Haag i Minami (1988) količina fosfora u suhoj tvari rige bila je 0,51 % P/ST.

4.6. Količina kalija

U grafikonu 4.6.1. prikazana je količina ukupnog kalija u suhoj tvari s obzirom na način uzgoja. Utvrđena je visoko signifikantna razlika između plutajućeg hidropona i hidropona plime i oseke pri prvoj berbi. U drugoj berbi također je utvrđena značajna razlika između plutajućeg hidropona, hidropona plime i oseke, te tla. Količina kalija varirala je od 8,76 (kod uzgoja u tlu) do 14,5 % K/ST (pri prvoj berbi hidropona plime i oseke).



PH – plutajući hidropon, PiO – hidropon plime i oseke, T – tlo

Grafikon 4.6.1. Količina ukupnog kalija u suhoj tvari pri različitim načinima uzgoja

Prema istraživanju Acikgoz (2011) rok sjetve je utjecao na količinu kalija u suhoj tvari rige. Količina kalija tijekom jesenskog roka uzgoja iznosila 3,02 % K/ST, odnosno, 2,81 % K/ST tijekom proljetnog roka uzgoja. U istraživanju Haag i Minami (1988) količina kalija u suhoj tvari rige bila 5,20 % K/ST.

U istraživanju Nurzyńska - Wierdak (2009) količina kalija manja je od količine dobivene u ovom istraživanju, a kreće se od 5,95 do 5,97 % K/ST pri primjeni različitih doza dušika (0,3 i 0,6 N/dm⁻³), te od 5,69 do 6,13 % K/ST pri primjeni različitih doza kalija (0,3, 0,6 i 0,9 K/dm⁻³).

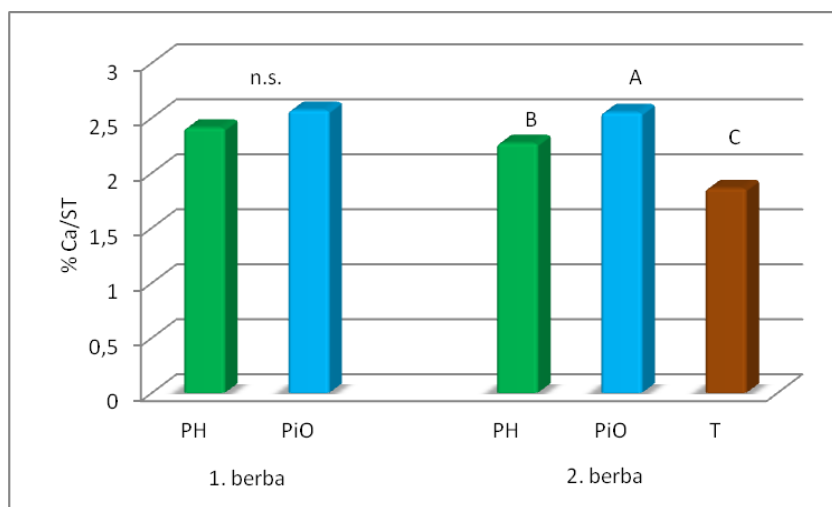
U istraživanju Nurzyńska - Wierdak (2006) dobivene vrijednosti također su manje od vrijednosti dobivenih u ovom istraživanju, te se kreću od 3,31 do 3,78 % K/ST u prvoj godini,

odnosno, od 2,28 do 2,54 % K/ST u drugoj godini pri gnojdbi različitim dozama dušika (0,2, 0,4 i 0,6 N/dm⁻³).

U istraživanju Barlas i sur. (2011) količina kalija u suhoj tvari listova rige varirala je od 2,94 do 5,23 % K/ST, s prosječnom vrijednosti od 4,32 % K/ST. Vrijednosti kalija u ovom istraživanju bile su veće nego količine kalija dobivene tijekom istraživanja Barlas i sur. (2011), pogotovo uspoređujući rezultate dobivene kod rige uzgojene u tlu (15,70% K/ST) i pri drugoj berbi plutajućeg hidropona (14,50% K/ST).

4.7. Količina kalcija

U grafikonu 4.7.1. prikazana je količina kalcija u listovima rige pri različitim načinima uzgoja. Vidljivo je da se količina kalcija nije značajno razlikovala pri prvoj berbi kod uzgoja u plutajućem hidroponu i hidroponu plime i oseke. Dok se količina kalcija pri drugoj berbi značajno razlikovala s obzirom na način uzgoja. Najmanja prosječna količina kalcija (1,86% Ca/ST) utvrđena je kod uzgoja u tlu, a najveća količina (2,57% Ca/ST) utvrđena je kod hidropskog uzgoja plime i oseke pri prvoj berbi. Prema dobivenim rezultatima vidljivo je da se kalcij najslabije usvaja u tlu.



PH – plutajući hidropon, PiO – hidropon plime i oseke, T – tlo

Grafikon 4.7.1. Količina ukupnog kalcija u suhoj tvari pri različitim načinima uzgoja

Nurzyńska - Wierdak (2009) navodi količinu kalcija u suhoj tvari listova u rasponu od 3,18 do 3,39 % Ca/ST s obzirom na primjenu različitih doza dušika (0,3 i 0,6 N/dm⁻³), te količinu od 3,17 do 3,38 % Ca/ST s obzirom na primjenu različitih doza kalija (0,3, 0,6 i 0,9 K/dm⁻³). Dobivene vrijednosti u istraživanju navedene autorice su veće od vrijednosti dobivenih u ovom diplomskom radu. U istraživanju Nurzyńska - Wierdak (2006) navodi raspon vrijednosti količine kalcija od 1,71 do 2,47 % Ca/ST u prvoj godini istraživanja, te do 2,30 do 2,47 % Ca/ST u drugoj godini, pri gnojdbi različitim dozama dušika (0,2, 0,4 i 0,6 N/dm⁻³).

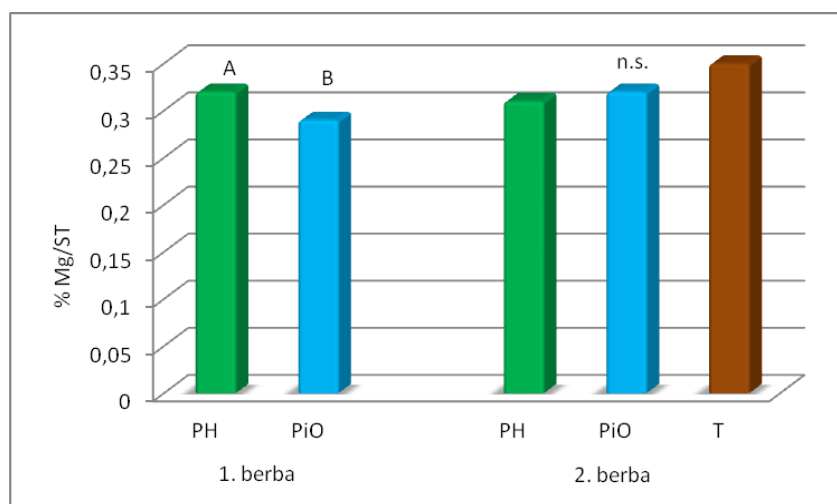
U istraživanju Barlas i sur. (2011) količina kalcija u suhoj tvari listova rige varirala je od 2,20 do 3,55 % Ca/ST, s prosječnom vrijednosti od 2,95 % Ca/ST. Uspoređujući podatke ovog istraživanja i istraživanja Barlas i sur. (2011), dobivene vrijednosti kretale su se u granicama vrijednosti navedenih u tom istraživanju.

Prema USDA (2016) svježa riga sadrži 160 mg Ca/100 g svježe lisne mase, dok je u istraživanju Bukhsh i sur. (2007) iznosila 70 mg Ca/100 g svježe tvari.

Prema istraživanju Acikgoz (2011) količina kalcija u suhoj tvari rige bila je 1,40 % Ca/ST.

4.8. Količina magnezija

U grafikonu 4.8.1. prikazana je količina magnezija u suhoj tvari s obzirom na način uzgoja. Utvrđena je visoko signifikantna razlika između uzgoja u plutajućem hidroponu i hidroponu plime i oseke pri prvoj berbi. Dok pri drugoj berbi nije utvrđena značajna razlika s obzorom na način uzgoja. Količina magnezija varirale je od 0,29% Mg/ST (kod hidroponskog uzgoja plime i oseke pri prvoj berbi) do 0,35% Mg/ST (kod uzgoja u tlu).



PH – plutajući hidropon, PiO – hidropon plime i oseke, T – tlo

Grafikon 4.8.1. Količina ukupnog magnezija u suhoj tvari pri različitim načinima uzgoja

Prema istraživanju Francke (2012) količina magnezija u suhoj tvari listova rige iznosila je 0,37 % Mg/ST, dok Acikgoz (2011) navodi značajno manju prosječnu količinu magnezija (0,14 % Mg/ST) u suhoj tvari rige. U istraživanju Haag i Minami (1988) navode veću količinu magnezija do 0,45 % Mg/ST rige. Prema USDA (2016) prosječna količina magnezija iznosi 47 mg/100 g svježe tvari.

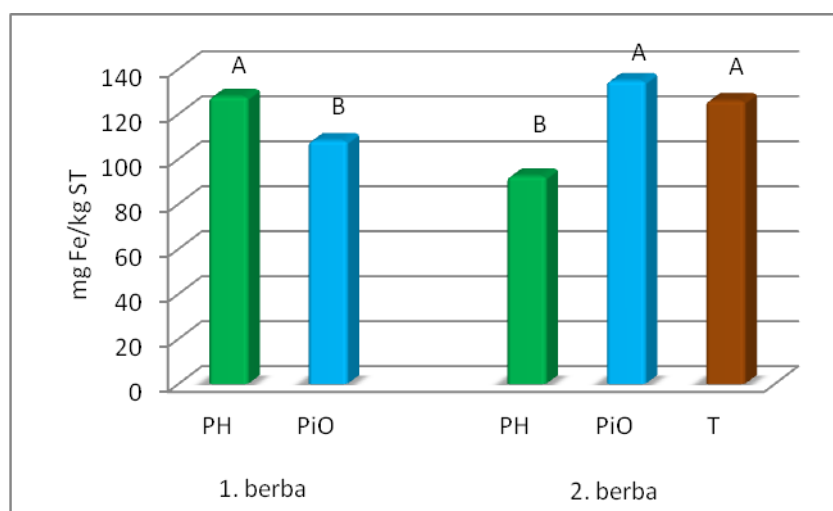
U istraživanju Nurzyńska - Wierdak (2009) količina magnezija u suhoj tvari listova rige varirala je u rasponu 0,35 do 0,38 % Mg/ST pri primjeni različitih doza dušika (0,3 i 0,6 N/dm³), te od 0,34 do 0,38 % Mg/ST pri primjeni različitih doza kalija (0,3, 0,6 i 0,9 K/dm³). Vrijednosti u ovom istraživanju su manje od vrijednosti navedenih u istraživanju Nurzyńska – Wierdak (2009), izuzev vrijednosti količine magnezija dobivene iz uzoraka uzgojenih u tlu

koje su bile iste (0,35 % Mg/ST). U istraživanju Nurzyńska - Wierdak (2006) navodi raspon vrijednosti količine magnezija od 0,22 do 0,30 % Mg/ST u prvoj godini istraživanja, te od 0,20 do 0,23 % Mg/ST u drugoj godini, pri gnojdbi različitim dozama dušika (0,2, 0,4 i 0,6 N/dm³).

U istraživanju Barlas i sur. (2011) količina magnezija u suhoj tvari listova rige varirala je od 0,33 do 0,79 % Mg/ST, s prosječnom vrijednosti od 0,58 % Mg/ST. Uspoređujući rezultate ovog istraživanja i istraživanja Barlas i sur. (2011) vidljivo je da se rezultati nalaze pri donjoj granici dobivenih rezultata u tom istraživanju.

4.9. Količina željeza

U grafikonu 4.9.1. prikazana je količina željeza u listovima rige pri različitim načinima uzgoja. Vidljiva je značajna razlika u količini željeza pri prvoj berbi kod plutajućeg hidropona i hidropona plime i oseke. U drugoj berbi nema značajne razlike između biljaka uzgojenih u tlu i u hidroponu plime i oseke, uspoređivanjem ova dva načina uzgoja s plutajućim hidroponom vidljiva je značajna razlika. Najmanja prosječna količina željeza (92,4 mg Fe/kg ST) utvrđena je pri drugoj berbi plutajućeg hidropona, a najveća prosječna (134,8 mg Fe/kg ST) pri drugoj berbi hidropona plime i oseke.



PH – plutajući hidropon, PiO – hidropon plime i oseke, T – tlo

Grafikon 4.9.1. Količina ukupnog željeza u suhoj tvari pri različitim načinima uzgoja

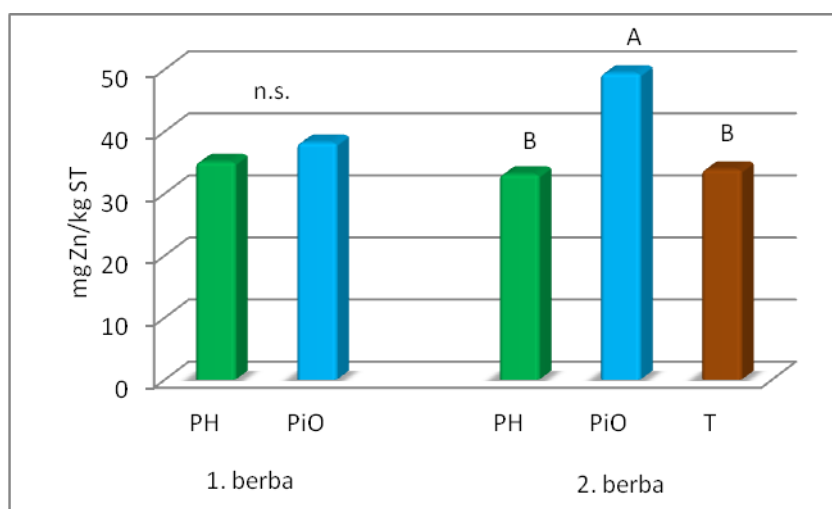
U istraživanju Bozokalfa i sur. (2011) količina željeza u suhoj tvari rige iznosila je 115,2 mg Fe/kg ST, dok Acikgoz (2011) navodi manju količinu željeza (102,4 mg Fe/kg ST). U istraživanju Bukhsh i sur. (2007) navode značajno manju prosječnu količinu željeza u suhoj tvari rige (37 mg Fe/kg ST). Prema USDA (2016) prosječna količina željeza u listovima rige je 14,6 mg Fe/kg svježe lisne mase.

U istraživanju Barlas i sur. (2011) količina željeza u suhoj tvari listova rige varirala je od 183,30 do 776,90 mg Fe/kg ST, s prosječnom vrijednosti od 350,78 mg Fe/kg ST. Količine

željeza u ovom istraživanju značajno su manje s obzirom na količine želje utvrđene u istraživanju Barlas i sur. (2011).

4.10. Količina cinka

U grafikonu 4.10.1. prikazana je količina cinka u suhoj tvari s obzirom na način uzgoja. U prvoj berbi količina cinka nije se značajno razlikovala s obzirom na hidroponski način uzgoja. U drugoj berbi biljke uzgojene u tlu i u plutajućem hidroponu nisu se značajno razlikovale, dok uspoređujući ova dva načina uzgoja s plutajućim hidroponom dobili smo značajnu razliku. Najmanja prosječna količina cinka (33,1 mg Zn/kg ST) utvrđena je kod uzgoja u plutajućem hidroponu pri prvoj berbi, a najveća prosječna (49,4 mg Zn/kg ST) utvrđena je kod hidropona plime i oseke pri drugoj berbi.



PH – plutajući hidropon, PiO – hidropon plime i oseke, T – tlo

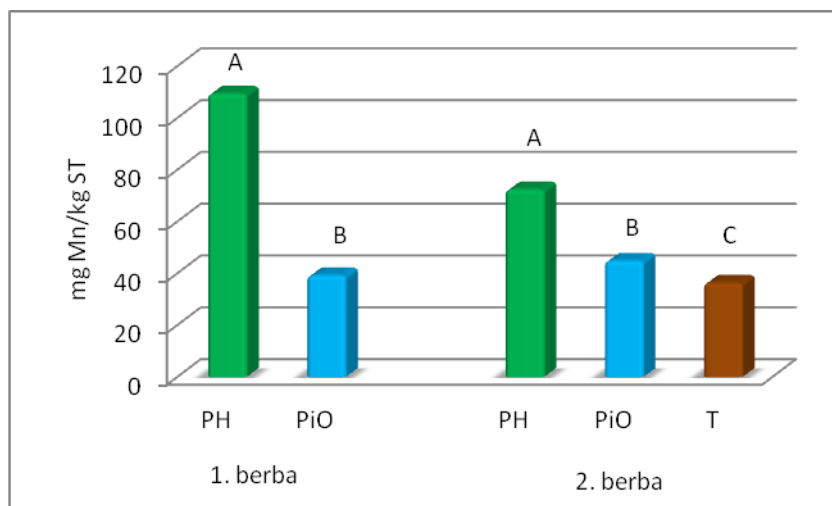
Grafikon 4.10.1. Količina ukupnog cinka u suhoj tvari pri različitim načinima uzgoja

U istraživanju Barlas i sur. (2011) količina cinka u suhoj tvari listova rige varirala je od 47,18 do 88,68 mg Zn/kg ST, s prosječnom vrijednosti od 64,86 mg Zn/kg ST. U ovom istraživanju količine cinka su bile manje s obzirom na rezultate dobivene u istraživanju Barlas i sur. (2011), jedini izuzetak je količina cinka dobivena u drugoj berbi u hidroponu plime i oseke (49,4 mg Zn/kg ST).

U istraživanju Bozokalfa i sur. (2011) prosječna količina cinka u listovima rige iznosi 43,87 mg Zn/kg ST, dok prema rezultatima istraživanja Haag i Minami (1988) sadrži mnogo veću količinu cinka do 118 mg Zn/kg ST. Acikgoz (2011) u svom istraživanju navodi količinu cinka u listovima rige u iznosu od 34,18 mg Zn/kg ST.

4.11. Količina mangana

U grafikonu 4.11.1. prikazana je količina mangana u listovima rige pri različitim načinima uzgoja. Vidljiva je visoko signifikantna razlika između plutajućeg hidropona i hidropona plime i oseke pri prvoj berbi. U drugoj berbi također je vidljiva značajna razlika između količine mangana pri različitim načinima uzgoja. Najmanja prosječna količina mangana (36,4 mg Mn/kg ST) utvrđena je kod uzgoja u tlu, a najveća prosječna količina (109,4 mg Mn/kg ST) utvrđena je pri prvoj berbi plutajućeg hidropona.



PH – plutajući hidropon, PiO – hidropon plime i oseke, T – tlo

Graf 4.11.1. Količina ukupnog mangana u suhoj tvari pri različitim načinima uzgoja

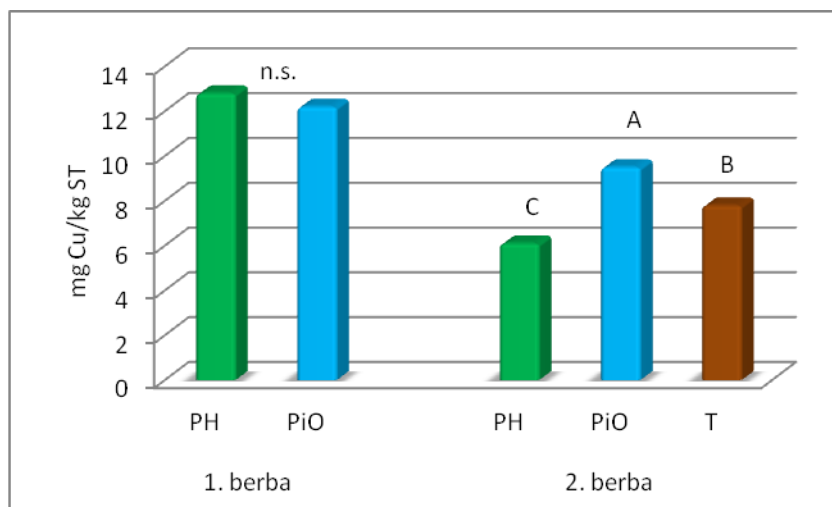
U istraživanju Barlas i sur. (2011) količina mangana u suhoj tvari listova rige varirala je od 25,60 do 79,30 mg Mn/kg ST, s prosječnom vrijednosti od 64,86 mg Mn/kg ST. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju podudaraju se sa rezultatima dobivenim u istraživanju Barlas i sur. (2011), jedini izuzetak je količina mangana pri prvoj berbi plutajućeg hidropona koja je značajno veća (109,4 mg Mn/kg ST).

Prema istraživanju Haag i Minami (1988) prosječna količina mangana u listovima rige iznosi 32 mg Mn/kg ST, dok prema rezultatima Bozokalfa i sur. (2011) iznosi 47,47 mg Mn/kg ST. Acikgoz (2011) navodi značajno veću prosječnu količinu mangana u suhoj tvari rige (100,2 mg Mn/kg ST).

4.12. Količina bakra

U grafikonu 4.12.1. prikazana je količina bakra u listovima rige pri različitim načinima uzgoja. Vidljivo je da se količina bakra u listovima rige nije značajno razlikovala s obzirom na hidroponski način uzgoja pri prvoj berbi. Dok je u drugoj berbi vidljiva značajna razlika između plutajućeg hidropona, hidropona plime i oseke, te tla. Najmanja prosječna količina bakra (6,1 mg Cu/kg ST) utvrđena je pri drugoj berbi rige uzgajane u plutajućem hidroponu,

dok je najveća prosječna količina (12,8 mg Cu/kg ST) utvrđena kod rige uzgajane u plutajućem hidroponu pri prvoj berbi.



PH – plutajući hidropon, PiO – hidropon plime i oseke, T – tlo

Graf 4.12.1. Količina ukupnog bakra u suhoj tvari pri različitim načinima uzgoja

U istraživanju Barlas i sur. (2011) količina bakra u suhoj tvari listova rige varirala je od 2,60 do 7,00 mg Cu/kg ST, s prosječnom vrijednosti od 5,37 mg Cu/kg ST. Količine bakra u ovom istraživanju značajno su veće s obzirom na količine bakra utvrđene u istraživanju Barlas i sur. (2011), jedini izuzetak je količina bakra dobivena pri drugoj berbi plutajućeg hidropona (6,1 mg Cu/kg ST).

U istraživanju Bozokalfa i sur. (2011) prosječna količina bakra u listovima rige iznosi 7,6 mg Cu/kg ST, dok prema rezultatima Haag i Minami (1988) iznosi 21 mg Cu/kg ST. Acikgoz (2011) navodi prosječnu količinu bakra u suhoj tvari rige od 24,1 mg Cu/kg ST.

5. Zaključak

Na temelju ostvarenih rezultata istraživanja mineralnog sastava rige u ovisnosti o hidroponskom načinu uzgoja provedenog u proljetnom roku uzgoja 2016. godine mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Temeljem dobivenih rezultata utvrđeno je da uzgojem rige u plutajućem hidroponu ostvaren najveći prinos.
2. Količina suhe tvari u listovima rige značajno se razlikovala obzirom na način uzgoja, a najveća količina je ostvarena uzgojem u hidroponu plime i oseke.
3. Utvrđeno je da se količina dušika, kalija i mangana značajno razlikovala s obzirom na način uzgoja u obje berbe.
4. Količina kalcija, cinka i bakra nije se značajno razlikovala s obzirom na hidroponski način uzgoja u prvoj berbi, dok su u drugoj berbi utvrđene značajne razlike.
5. Kod količina magnezija u prvoj berbi je utvrđena značajna razlika s obzirom na način uzgoja, dok u drugoj berbi nije bilo značajne razlike.
6. Utvrđeno je da se količina fosfora i željeza u listovima rige uzgojene u plutajućem hidroponu smanjila nakon prve berbe, dok je u hidroponu plime i oseke utvrđena veća količina fosfora i željeza tijekom druge berbe.

Zaključno, u uzgoju rige može se preporučiti primjena hidroponskih sustava zbog pozitivnog utjecaja na prinos i količinu suhe tvari.

6. Popis literature

1. Acikngoz F.E. (2011). The effects of different sowing time practices on Vitamin C and mineral material content for rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa* Mill). Scientific Research and Essays 6(15): 3127-3131.
2. Agroklub (2008). Konvencionalna proizvodnja,
< <http://www.agroklub.com/agropedija/pregled-po-nacinu-uzgoja/konvencionalna-proizvodnja-57//> > Pristupljeno: 30. kolovoz 2016.
3. AOAC (1995). Official methods of analysis of AOAC International, 16th Edition, Vol.1, Arlington, USA.
4. Barlas T. N., Irget E. M., Tepecik M. (2011). Mineral content of the rocket plant (*Eruca sativa*). African Journal of Biotechnology 10(64): 14080-14082.
5. Benko B., (2011). Hidroponski uzgoj paprike, Agroklub
< <http://www.agroklub.com/povrcarstvo/hidroponski-uzgoj-paprike/5878/> >
Pristupljeno: 16. kolovoz 2016.
6. Bianco V., Pimpini F. (2002). Descrittori per la rucola (*Eruca* spp.). IPGRI - Istituto Internazionale per le Risorse Fitogenetiche, Roma, Italia.
7. Biggs M., McVicar J., Flowerdew B., (2005). Enciklopedija voća, povrća i začinskog bilja. Uliks, Rijeka.
8. Borošić J., (2011). Hidroponske tehnike uzgoja bilja. Zavod za povrćarstvo, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
9. Bozokalfa K. M., Esiyok D., Yagmur B. (2011). Use of multivariate analysis in mineral accumulation of rocket (*Eruca sativa*) accessions. Genetika 43(3): 437-448.
10. Bukhsh E., Malik A. S., Ahmad S. S. (2007). Estimation of nutritional value and trace elements content of *Carthamus oxyacantha*, *Eruca sativa* i *Plantago ovata*. Pak. J. Bot 39(4): 1181-1187.
11. Cavaiuolo M., Ferrante A., (2014). Nitrates and Glucosinolates as Strong Determinants of the Nutritional Quality in Rocket Leafy Salads. Nutrients Journal ISSN 2072-6643, 6, 1519-1538; doi:10.3390/nu6041519.
12. Ciganović A., Valjak V., (2009). Ekološka poljoprivreda u Hrvatskoj: problemi i mogućnosti razvoja. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
13. Čoga L., (2014). Ishrana bilja u zaštićenim prostorima. Interna predavanja, Agronomski fakultet, Zagreb.
14. Čoga L., (2012). Metode i dijagnostika u ishrani bilja. Interna predavanja, Agronomski fakultet, Zagreb.
15. Doležalova I., Duchoslav M., Dušek K. (2013). Biology and yield of rocket (*Eruca sativa* Mill.) under field conditions of Czech Republic (Central Europe). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici 41(2): 530-537.
16. Dombaj S., (2014). Hidroponski sistemi uzgoja biljaka, < www.savjetodavna.hr >
Pristupljeno: 2. svibnja 2016.

17. Duralija B., (2010). Uzgoj jagode u hidroponima. Završno izvješće.
18. Fabek S., (2011). Manje poznato lisnato povrće, Agroklub,
< <http://www.agroklub.com/povrcarstvo/manje-poznato-lisnato-povrce/5696/> >
Pristupljeno: 2. svibnja 2016.
19. Fontana E., Nicola S. (2009). Traditional and soilless culture systems to produce corn salad (*Valerianella olitoria* L.) and rocket (*Eruca sativa* Mill.) with low nitrate content. Journal of Food, Agriculture & Environment 7(2): 405-410.
20. Francke A. (2011). The effect of flat covers on the quantity and quality of arugula yield. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 10(4): 3-14.
21. Francke A. (2012). Effect of flat covers on macronutrients concentrations in arugula leaves. Journal of Elementology 19(2): 351-360.
22. Gusto Magazin (2009). Rukola/rikula,
<<http://gusto.ba/?p=1410>> Pristupljeno: 9. kolovoza 2016.
23. Gajnik N., Zdolec D. (2013). Kako povećati prinos rige u hidroponskom uzgoju. Gospodarska škola Čakovec, Čakovec.
24. Geršak D., Vojnović B., Novak E., (2012). Utjecaj višekratne berbe na prinos rige u plutajućem hidroponu. Agronomski glasnik 4/2012 ISSN 0002-1954.
25. Gospodarski list (2011). Hidroponske tehnike uzgoja povrća,
< <http://www.gospodarski.hr/Publication/2011/13-14/hidroponske-tehnike-uzgoja-povra/7491#.V9CrHTWWmSq> > Pristupljeno: 16. kolovoz 2016.
26. Gospodarski list (2011). Hidroponski uzgoj ili tlo?
< <http://www.gospodarski.hr/Publication/2013/23-24/hidroponski-uzgoj-ili-tlo/7908#.V9CsSzWWmSq> > Pristupljeno: 16. kolovoz 2016.
27. Gospodarski list (2011). Hidroponski uzgoj lisnatog povrća,
< <http://www.gospodarski.hr/Publication/2010/16/hidroponski-uzgoj-lisnatog-povra/7383#.V9CuQzWWmSq> > Pristupljeno: 16. kolovoz 2016.
28. Haag H.P., Minami K. (1988). Nutricao mineral de hortalias. LXXVII. Demanda de nutrientes por uma cultura de rucola. An. ESALQ, Piracicaba 45(2): 589-595.
29. Jug I. (2016). Odlike održive, konvencionalne i ekološke poljoprivrede. Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.
30. Jug I., (2016). Supstrati i gnojdba. Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.
31. Kisić I., (2012). Uvod u ekološku poljoprivredu. Pisana neautorizirana predavanja, Agronomski fakultet, Zagreb.
32. Lešić R., Borošić J., Buturac I., Ćustić M., Poljak M., Ramić D., (2004). Povrćarstvo, II. dopunjeno izdanje. Nakladnik Zrinski, Čakovec.
33. Marković V., (2016). Rukola, Savremeni povrtar broj 20.,
< <http://poljoprivreda.info/?oid=3&id=674> > Pristupljeno: 2. svibnja 2016.
34. Nurzyńska - Wierdak R., (2006). The effect of nitrogen fertilization on yield and chemical composition of garden rocket (*Eruca sativa* Mill.) in autumn cultivation. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 5(1) 2006, 53-63.

35. Nurzyńska - Wierdak R., (2009). Growth and yield of garden rocket (*Eruca sativa* Mill.) affected by nitrogen and potassium fertilization. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 8(4) 2009, 23-33.
36. Padulosi S. (1995). Rocket genetic resources network. Report of the First Meeting, IPGRI, Rome, Italy.
37. Padulosi S., Pignone D. (1997). Rocket: a Mediterranean crop for the world. Report of a workshop, IPGRI, Rome, Italy.
38. Parađiković N., Kraljićak Ž., (2008). Zaštićeni prostori – plastenici i staklenici. Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.
39. Pimpini F., Giannini M., Lazzarin R. (2005). Ortaggi da foglia da taglio. Veneto Agricoltura, Padova.
40. Toth N., Fabek S., Benko B., Žutić I., Stubljar S., Zeher S. (2012). Učinak abiotičkih čimbenika, gustoće sjetve i višekratne berbe na prinos rige u plutajućem hidroponu. Glasnik zaštite bilja 35(5): 24-34.
41. USDA (2016). Full report (all nutrients) 11959, Arugula, raw. National Nutrient Database for Standard Reference. < <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3569> >. Pristupljeno: 6. rujan 2016.
42. Vukadinović V., Vukadinović V. (2011). Ishrana bilja, III. izmijenjeno i dopunjeno izdanje. Nakladnik Poljoprivredni fakultet, Osijek.

ŽIVOTOPIS

Tea Anić rođena je 24.07.1991 godine u Zagrebu, u kojem je pohađala osnovnu i srednju školu. Osnovnu školu je završila 2006. godine nakon čega je upisala srednju Prehrambeno - tehnološku školu smjer Nutricionist. Nakon završenog srednjoškolskog obrazovanja upisala je preddiplomski studij Agroekologija na Agronomskom fakultetu u Zagrebu koji je završila 2013. godine i stekla akademski naziv Prvostupnica inženjerka agroekologije.